

Avaliação de ácidos gordos *trans* em alimentos processados: estudo do panorama português

Nádia Soraia Silva Costa

Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

2013/2014

Orientador

Doutora Susana Casal, Professor Auxiliar, Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto

Coorientador

Doutor Pedro Graça, Professor Associado Convidado, Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto



U. PORTO



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO
UNIVERSIDADE DO PORTO

U. PORTO



FACULDADE DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DO PORTO

Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Dedicatória

Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da minha vida.

Pelo que me ensinaram e transmitiram,

Pelo apoio incondicional e incessante,

Pelo que sou.

À minha mãe, ao meu anjo da guarda e ao meu irmão,

Ao Tiago,

À minha família,

Aos meus amigos.

“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais volta ao seu tamanho inicial.”

Albert Einstein

Agradecimentos

O espaço limitado desta secção, seguramente, não me permite agradecer, como devia, a todas as pessoas que ao longo do meu Mestrado em Ciências do Consumo e Nutrição me ajudaram, direta ou indiretamente, a cumprir os meus objetivos e a realizar mais esta etapa da minha formação académica. Desta forma, deixo apenas algumas palavras, poucas, mas um sentido e profundo sentimento de reconhecido agradecimento.

À *Professora Doutora Susana Casal*, expresso o meu profundo agradecimento pela orientação, partilha do saber e apoio incondicionais que muito elevaram os meus conhecimentos científicos e, sem dúvida, muito estimularam o meu desejo de querer, sempre, saber mais e a vontade constante de querer fazer melhor. Reconheço, com gratidão, não só a confiança que em mim depositou, desde o início, mas também, o sentido de responsabilidade que me incutiu em todas as fases do projeto.

Ao *Professor Doutor Pedro Graça*, o meu sincero agradecimento pela coorientação neste projeto. Acima de tudo, muito obrigada por me ter encaminhado para a orientação da Prof. Doutora Susana Casal e permitido a minha inserção neste projeto. Sem isso não teria tido a oportunidade de trabalhar numa equipa de tão elevada qualidade e exigência. Agradeço também a sua simpatia e disponibilidade.

À *Organização Mundial de Saúde*, pela solicitação e financiamento deste projeto e pela oportunidade que me deu, através do Prof. Doutor Pedro Graça, em fazer parte dele.

À *Mestre Rebeca Cruz*, muito obrigada pelo profissionalismo, pela amabilidade, amizade, pela boa disposição em todos os momentos e pela total disponibilidade que sempre revelou para comigo. O seu apoio e sabedoria foram determinantes na elaboração desta tese.

À *Professora Doutora Carla Lopes*, que tive o orgulho e privilégio de conhecer, agradeço pela partilha de conhecimentos que muito contribuíram para o enriquecimento desta dissertação. Agradeço também a sua simpatia, disponibilidade e incentivo na realização deste trabalho.

Ao *Professor Doutor Milton Severo*, pela sua disponibilidade, simpatia e colaboração neste trabalho de investigação.

À *minha querida mãe*, pela força, coragem e determinação que demonstrou ter ao longo desta minha caminhada académica, permitindo que tudo isto fosse possível. Sem o seu amor e apoio incondicionais, não teria, certamente, concluído mais uma etapa tão importante da minha vida.

Ao *Tiago*, pelo que é, pelo amor, pelo companheirismo, pela amizade, pela paciência e pela segurança que me transmitiu em todos os momentos.

Ao *meu irmão*, pela esperança, ajuda e incentivo que sempre me deu.

Agradeço também ao *meu tio Miguel*, à *minha madrinha* e aos *meus avós*, que com a sua preocupação, com os seus conselhos sinceros e com o seu carinho, fizeram com que tivesse sempre incentivo para continuar.

Às minhas companheiras de mestrado, *Sofia e Mafalda*, que ao longo destes dois anos estiveram sempre presentes e nunca deixaram de partilhar todos os momentos.

A todos, Muito Obrigada!

Resumo

Há evidências consistentes de que os ácidos gordos *trans* industriais (TFA) têm efeitos adversos na saúde. Para implementar medidas adequadas no sentido de reduzir o seu consumo, cada país deve ter uma estimativa do teor de TFA nos seus alimentos, a fim de obter dados precisos sobre a ingestão de TFA. O objetivo do presente estudo foi obter dados atualizados sobre o conteúdo de TFA em alimentos consumidos em Portugal.

Para o efeito foram adquiridas 268 amostras entre outubro e dezembro de 2013, entre margarinas e gorduras para barrar (n=17), chocolates para barrar (n=5), manteiga (n=4), batatas fritas (n=25), pão industrial (n=4), cereais de pequeno-almoço (n=3), caldos e temperos (n=5), sopas instantâneas (n=5), sobremesas instantâneas (n=6), “snacks” de chocolate (n=4), pipocas de micro-ondas (n=4), bolachas (n=53), produtos de pastelaria (n=120) e “fast food” (n=13). Os TFA foram quantificados por cromatografia em fase gasosa. As amostras foram classificadas como “não conformes” tendo por base um limite de 2% de TFA na gordura ou 0,5 g de TFA na dose recomendada, conforme comum em países com legislação neste setor.

O total de TFA na gordura variou entre 0,06% e 30,1%, com uma média global de 1,87%. Por 100g de produto, o valor médio foi de 0,47%. Globalmente, apenas 50 das amostras analisadas (19%) continham um teor de TFA superior a 2% em matéria gorda e, de forma semelhante, apenas 43 amostras (16%) tinham mais de 0,5 g por dose. O valor médio mais elevado de TFA na gordura foi encontrado no grupo das “Bolachas” (3,4%), seguido pelo grupo de “Pastelaria” (2,0%), e o menor no grupo das “Batatas fritas” (0,6%). Os casos mais preocupantes foram detetados em bolachas importadas e em pastelaria tradicional. Relativamente à rotulagem dos produtos analisados, encontraram-se várias amostras com designação incorreta do tipo de gordura usada.

Com base nestes resultados poderá inferir-se que o consumo de TFA em Portugal é baixo em comparação com estudos internacionais, mas a prevalência elevada de TFA no grupo das bolachas e no de pastelaria tradicional, com elevado consumo na população portuguesa em geral, exige medidas para reduzir as quantidades de TFA nas gorduras industriais utilizadas no seu fabrico.

Palavras-Chave: Ácidos gordos *trans*; Segurança alimentar; Gorduras hidrogenadas; Rotulagem; Legislação.

Abstract

There is consistent evidence of industrial *trans* fatty acids (TFA) adverse health effects. In order to implement adequate measures to reduce their consumption, each country should have an estimation of the TFA content in their daily diet. The objective of the present work was to obtain updated data on the TFA content in foods consumed in Portugal. This report details the results achieved for 268 samples acquired between October and December 2013, categorized as margarines and shortenings (n=17), spreadable chocolate fats (n=5), butter (n=4), fried potatoes and chips (n=25), industrial bakery (n=4), breakfast cereals (n=3), seasonings (n=5), instant soups (n=5), instant desserts (n=6), chocolate “snacks” (n=4), microwave popcorn (n=4), cookies, biscuits and wafers (n=53), pastry products (n=120) and fast food (n=13). TFA were quantified by gas chromatography. Potential unconformities were estimated taking as basis a limit of 2% of TFA in the fat or 0.5 g of TFA in the recommended dose, as common in countries with legislation in this sector.

Total TFA in the extracted fat ranged from 0.06% to 30.1%, with a global average of 1.87%. Per 100g of product analysed, a mean TFA content of 0.47% was obtained. Only 50 of the samples analysed (19%) had a TFA content superior to 2% in the fat, with the highest mean value in the “biscuits, wafers and cookies” group (3.4 % TFA), followed by the pastry group (2.0%), and the lowest in the potato chips and French fries (0.6% TFA). The more stressing cases were found in imported cookies and unpacked local pastry. As regards to labelling, several samples with incorrect fat type designation were also found.

Globally, the consumption of TFA in Portugal is low in comparison with international studies, but the elevated prevalence of TFA in the cookies, biscuits, wafers and pastry groups, with an elevated preference by the Portuguese population, requires adequate measures to reduce the TFA amounts in the industrial fats used.

Key words: *Trans* fatty acids; Food safety; Hydrogenated fat; Labelling; Legislation.

Índice

| | |
|--|------|
| Agradecimentos..... | iii |
| Resumo..... | v |
| Abstract..... | xi |
| Lista de Tabelas | xi |
| Lista de Figuras | xiii |
| Lista de Abreviaturas..... | xv |
| Introdução..... | 1 |
| Objetivos | 5 |
| <i>Capítulo 1: Pesquisa bibliográfica</i> | 7 |
| 1.1 Indústria alimentar | 8 |
| 1.2 Ácidos gordos <i>trans</i> | 14 |
| 1.3 Métodos analíticos para quantificação dos ácidos gordos <i>trans</i> nos alimentos | 38 |
| <i>Capítulo 2: Material e Métodos</i> | 45 |
| 2.1 Reagentes..... | 46 |
| 2.2 Equipamento..... | 46 |
| 2.3 Amostragem..... | 47 |
| 2.4 Extração lipídica | 50 |
| 2.5 Análise dos ácidos gordos..... | 50 |
| <i>Capítulo 3: Resultados e Discussão</i> | 55 |
| 3.1 Conteúdo de ácidos gordos <i>trans</i> em alimentos processados..... | 56 |
| 3.2 Consumo de ácidos gordos <i>trans</i> no Porto..... | 86 |
| <i>Capítulo 4: Conclusões</i> | 91 |
| <i>Capítulo 5: Referências Bibliográficas</i> | 95 |
| Anexos | 111 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Óleos e gorduras utilizadas pela indústria e as tendências globais na produção a nível mundial ao longo das últimas décadas. | 10 |
| Tabela 2. Condições de reação durante a hidrogenação para a formação máxima e mínima de ácidos gordos <i>trans</i> | 21 |
| Tabela 3. Estratégias aplicadas em diversos países para a redução do consumo de ácidos gordos <i>trans</i> | 30 |
| Tabela 4. Orientações/Legislação das entidades mundiais sobre o consumo de SFA e de TFA. | 32 |
| Tabela 5. Alternativas à gordura parcialmente hidrogenada. | 36 |
| Tabela 6. Catalogação dos alimentos analisados, indicando o número de amostras inseridas em cada grupo, o tipo de gordura rotulado e o país onde foram fabricados. | 49 |
| Tabela 7. Percentagem relativa dos ácidos gordos principais nos métodos de derivatização “a quente” e derivatização “a frio” obtida para uma amostra de pastelaria. | 57 |
| Tabela 8. Quantidade de TFA no grupo "Margarinas e Gorduras para barrar", incluindo margarinas, chocolate para barrar e manteiga de amendoim. | 61 |
| Tabela 9. Quantidade de TFA de origem natural em manteiga. | 63 |
| Tabela 10. Quantidade de TFA no grupo “Batatas fritas”. | 64 |
| Tabela 11. Teor de TFA no grupo “Pão e Cereais”. | 66 |
| Tabela 12. Teor de TFA quantificado no grupo “Caldos e Sopas instantâneas”. | 67 |
| Tabela 13. Quantidade de TFA no grupo “Snacks de chocolate e Sobremesas instantâneas”. | 68 |
| Tabela 14. Quantidade de TFA no grupo “Pipocas”. | 70 |
| Tabela 15. Quantidade de TFA no grupo das “Bolachas”. | 71 |
| Tabela 16. Teor de TFA quantificado no grupo “Pastelaria”. | 76 |
| Tabela 17. Quantidade de TFA no grupo “Fast food”. | 82 |
| Tabela 18. Quantidades da gordura total, TFA e SFA obtidas em todos os alimentos analisados. | 86 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Consumo mundial de óleos e gorduras. | 12 |
| Figura 2. Representação simplificada das estruturas químicas de um ácido gordo saturado – ácido esteárico, de um ácido gordo com configuração <i>cis</i> – ácido oleico e do seu isómero <i>trans</i> – ácido elaídico. | 15 |
| Figura 3. Esquema da hidrogenação catalítica desenvolvido por Frankel e Dutton (1970). | 19 |
| Figura 4. Mecanismo de formação de isómeros <i>trans</i> durante o processo de hidrogenação. | 20 |
| Figura 5. Efeitos do elevado consumo de SFA e TFA no metabolismo lipídico, no risco cardiovascular e na lesão hepática. | 24 |
| Figura 6. “Impressão cardiometabólica” dos TFA. | 27 |
| Figura 7. Medidas implementadas em todo o mundo com o objetivo de reduzir o consumo de TFA entre 2005 e 2012. | 29 |
| Figura 8. Alterações das quantidades de TFA e SFA formados durante a hidrogenação progressiva de óleo de soja. | 34 |
| Figura 9. Transesterificação de triglicerídeos. | 41 |
| Figura 10. Cromatograma exemplificativo da separação cromatográfica obtida nas condições descritas para a mistura certificada – TraceSelect Supelco 37 Component FAME mix. | 56 |
| Figura 11. Exemplo de um cromatograma de uma amostra com teor reduzido de TFA. | 58 |
| Figura 12. Exemplo de uma amostra com teor elevado de TFA.. | 58 |
| Figura 13. Cromatogramas das separações obtidas por colunas SPE da amostra da figura anterior (Figura 12)..... | 59 |
| Figura 14. Origem geográfica (número de amostras) e quantidades médias de TFA na gordura (%) das amostras do grupo “Pastelaria”. | 81 |
| Figura 15. Consumo de TFA nos países europeus especificando as fontes alimentares obtido no TRANSFAIR Study (1995/1996). | 89 |

Lista de Abreviaturas

| | |
|--------------|--|
| A | Gordura animal do inglês “Animal fat” |
| AIQ | Amplitude interquartil |
| B | Manteiga do inglês “Butter” |
| BRA | Brasil |
| CLA | Ácido linolénico conjugado do inglês “conjugated linolenic acid” |
| CE | Colesterol esterificado |
| D | Desconhecido |
| DCV | Doenças Cardiovasculares |
| DP | Desvio-padrão |
| EAU | Emirados Árabes Unidos |
| EFSA | Autoridade Europeia de Segurança Alimentar do inglês “European Food Safety Authority” |
| ES | Espanha |
| EUA | Estados Unidos da América |
| FAME | Éster metílico de ácido gordo do inglês “fatty acid methyl ester” |
| FAO | Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas do inglês “Food and Agricultural Organization of the United Nations” |
| FDA | “Food and Drug Administration” |
| FID | Detetor de ionização de chama do inglês “flame ionization detector” |
| FR | França |
| FTIR | Espectroscopia de infravermelho transformada por Fourier do inglês “Fourier-Transform Infrared Spectroscopy” |
| GC | Cromatografia gasosa do inglês “Gas chromatography” |
| GC-MS | Cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa do inglês “Gas chromatography–mass spectrometry” |
| H | Gordura hidrogenada |
| HDL | Lipoproteína de alta densidade do inglês “High-density lipoprotein” |

| | |
|---------------|--|
| ICC | Correlação entre classes do inglês “Intra-class correlation” |
| ISPUP | Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto |
| Lp (a) | Lipoproteína (a) |
| LDL | Lipoproteína de baixa densidade do inglês “Low-density lipoprotein” |
| M | Margarina |
| MUFA | Ácidos gordos monoinsaturados do inglês “MonoUnsaturated Fatty Acids” |
| NE | Não especificado |
| O | Óleo vegetal |
| O/V | Óleo e Gordura vegetal |
| PH | Gordura parcialmente hidrogenada |
| PT | Portugal |
| PUFA | Ácidos gordos polinsaturados do inglês “PolyUnsaturated Fatty Acids” |
| SFA | Ácidos gordos saturados do inglês “Saturated Fatty Acids” |
| SPE | Extração em fase sólida do inglês “Solid Phase Extraction” |
| TFA | Ácidos gordos <i>trans</i> do inglês “ <i>Trans</i> Fatty Acids” |
| TG | Triglicerídeo |
| UE | União Europeia |
| V | Gordura vegetal |
| WHO | Organização Mundial de Saúde do inglês “World Health Organization” |

Introdução

Os Ácidos Gordos *Trans* (TFA) são, segundo a European Food Safety Authority (EFSA), ácidos gordos insaturados com pelo menos uma ligação dupla na configuração geométrica *trans* (EFSA, 2004). Os TFA são produzidos maioritariamente por duas vias: por biohidrogenação dos lípidos obtidos através dos alimentos ingeridos pelos animais ruminantes (hidrogenação bacteriana dos ácidos gordos insaturados) e pelo processo tecnológico de hidrogenação de óleos e gorduras vegetais, uma estratégia comumente utilizada pela indústria alimentar para aumentar a sua estabilidade oxidativa e produzir gorduras semissólidas. Assim, as gorduras com TFA são encontradas naturalmente na carne e produtos lácteos, bem como em alimentos processados industrialmente (Larqué *et al.*, 2001; Dhaka *et al.*, 2011). O conteúdo em TFA nas gorduras hidrogenadas industrialmente depende de diversos parâmetros do processo tecnológico, existindo produtos com mais de 50% de TFA na sua composição. Já nos produtos de origem natural, como a carne e os produtos lácteos de animais ruminantes, a quantidade de TFA é consideravelmente menor, variando entre 2 e 8% do teor de ácidos gordos, dependendo também de vários parâmetros relacionados com o animal e com as condições edafoclimáticas (Larqué *et al.*, 2001; Craig-Schmidt, 2006; Stender *et al.*, 2006; Dhaka *et al.*, 2011).

Existem evidências consistentes de efeitos adversos que os TFA produzidos industrialmente podem causar na saúde, particularmente no perfil de lipoproteínas do sangue, algumas cardiopatias e na gravidez (Ascherio, 2006; Brouwer *et al.*, 2010). Estes ácidos gordos são ainda apontados por promoverem outras doenças da civilização atual, como a diabetes, cancro e alergias, não lhes sendo reconhecido qualquer benefício no bem-estar humano (Mozaffarian *et al.*, 2007; Booker e Mann, 2008; Krettek *et al.*, 2008; Kummerow, 2009; Mozaffarian e Clarke, 2009; Uauy *et al.*, 2009; Bhardwaj *et al.*, 2011; Dhaka *et al.*, 2011; Estadella *et al.*, 2012). De salientar o estudo desenvolvido por Mozaffarian e seus colaboradores em 2006 (Mozaffarian *et al.*, 2006), onde se verificou que um consumo de TFA equivalente a 2% do total de energia diária (aproximadamente 5 g/dia) está associado a um aumento de 23-25% no risco de desenvolver doenças cardiovasculares (DCV).

Têm sido realizados vários estudos, em diferentes países, com o objetivo de inferir sobre a quantidade de TFA existente nos alimentos locais e assim esclarecer o impacto potencial na saúde. O primeiro estudo e o mais amplo, o estudo TRANSFAIR, decorreu em 1995-1996 e envolveu a análise de 1229 alimentos de 14 países europeus, incluindo

Portugal, onde se concluiu que o consumo destas gorduras na Europa era significativo e muito variável, apresentando valores de 1,4 a 2,1 g/dia nos países mediterrânicos, como a Itália, Portugal, Grécia e Espanha, e de 2,1 a 5,4 g/dia em países como a Alemanha, Finlândia, Dinamarca, Suíça, França, Reino Unido, Bélgica, Noruega, Holanda e Islândia. Na América do Norte a média do consumo diário na década de 90 foi de 3 a 4 g por pessoa (Craig-Schmidt, 2006). O elevado e prevalente consumo mundial aliado às evidências dos TFA como fatores de risco para a saúde, tem levado à implementação de alternativas para reduzir a presença destas gorduras em produtos alimentares processados. As medidas têm passado pela limitação específica do conteúdo de TFA produzido industrialmente em vários países, sendo a Dinamarca o país pioneiro nesta medida (a Portaria Dinamarquesa Nº160 de março de 2003 impõe um máximo de 2% de TFA produzido industrialmente em óleos e gorduras destinados ao consumo humano), passando por recomendações nutricionais sobre os TFA e a seleção de gorduras saudáveis, programas de consciencialização através de divulgação nutricional e de saúde sobre os efeitos adversos dos TFA, rotulagem obrigatória da quantidade de TFA (a Food and Drug Administration – FDA, impõe, desde 1 de Janeiro de 2006, a inclusão da quantidade de TFA no rótulo nutricional quando esta é igual ou superior a 0,5 g por dose) (DHHS/FDA, 2003), incluindo também recomendações para redução voluntária por parte da indústria (Uauy *et al.*, 2009). Em Portugal, apenas têm sido implementadas recomendações para a redução voluntária, com alguns compromissos efetivos das principais indústrias tradicionalmente produtoras de gorduras parcialmente hidrogenadas (FIPA, 2005).

Deste modo, os fabricantes de óleos e gorduras têm sido incentivados a desenvolver alternativas tecnológicas aos produtos com TFA, desenvolvendo produtos com características funcionais semelhantes. No entanto, estudos recentes em diversos países demonstram que, mesmo com as alternativas já disponíveis, os TFA ainda estão presentes na composição de inúmeros alimentos (em vários com proporções elevadas) (Craig-Schmidt, 2006; Kuhnt *et al.*, 2011; Nazari *et al.*, 2012; Stender *et al.*, 2012; Roe *et al.*, 2013).

A Organização Mundial de Saúde (WHO), no seu plano de ação nos alimentos e nutrição na União Europeia (UE) para 2012-2016 (WHO, 2011), pretende reduzir as doenças não transmissíveis relacionadas com a alimentação e incluem uma intervenção prioritária na eliminação de TFA. De acordo com esta instituição, a ingestão de ácidos gordos *trans* deve ser limitada a menos de 1% da ingestão calórica diária de energia, incluindo os TFA de origem natural (WHO, 2003). A recente declaração de Viena na nutrição e doenças não comunicáveis, no contexto da “Saúde 2020” (WHO, 2013), reforça o compromisso geral de todos os membros a tomarem medidas decisivas sobre alimentos mais saudáveis, incluindo uma redução de produtos com quantidades elevadas de TFA, e implementar alternativas

comuns para promover a reformulação dos produtos. Simultaneamente, o Regulamento (UE) Nº1169/2011 do Parlamento Europeu sobre a prestação de informações sobre géneros alimentícios aos consumidores determinou que, até 13 de dezembro de 2014, devem ser apresentados relatórios sobre a presença de TFA nos alimentos e na dieta total da população da UE. Com base em dados precisos de cada estado-membro, devem ser implementadas medidas globais na União Europeia.

Devido à reduzida e dispersa informação dos teores em TFA nos alimentos consumidos em Portugal atualmente, e sendo esta informação obrigatória para dar cumprimento ao solicitado no Regulamento anterior, a presente dissertação pretende contribuir para um esclarecimento detalhado da situação dos alimentos consumidos em Portugal no que respeita ao teor em TFA de origem industrial.

Objetivos

A falta de informações atuais sobre a composição das gorduras parcialmente hidrogenadas em alimentos comercializados em Portugal e a generalizada ausência de valores de TFA na rotulagem nutricional dos mesmos, fizeram com que este estudo tivesse como principais objetivos:

- ✓ Avaliar a quantidade de ácidos gordos *trans* em alimentos processados disponíveis no mercado português;
- ✓ Verificar se houve evolução nos anos mais recentes devido às pressões iniciadas em todo o mundo com o objetivo de reduzir/eliminar os TFA;
- ✓ Comparar a composição dos ácidos gordos *trans* obtidos com os resultados encontrados em estudos nacionais e internacionais;
- ✓ Analisar e avaliar as informações disponibilizadas nos rótulos nutricionais dos alimentos;
- ✓ Comparar os ingredientes declarados nos rótulos das amostras com as quantidades de TFA obtidas analiticamente;
- ✓ Perceber se a população portuguesa ingere elevadas quantidades de TFA ao consumir estes produtos;
- ✓ Fornecer dados atualizados para suporte às entidades legisladoras.

Capítulo 1

Pesquisa Bibliográfica

1.1 Indústria Alimentar

A evolução da indústria alimentar ao longo dos séculos, levou ao desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos tecnológicos, importantes modeladores do consumo populacional na atualidade. A industrialização tornou possível um maior fornecimento de alimentos à escala mundial mas esse desenvolvimento originou alimentos altamente processados, com redução ou falta de vários micronutrientes essenciais na nutrição do homem, e com a simultânea inclusão de aditivos ou produtos do processamento, sem qualquer valor nutricional ou até com potenciais efeitos nefastos na saúde humana.

A qualidade nutricional da alimentação atual tornou-se de tal forma preocupante que o ênfase na alimentação saudável tem gerado mudanças alimentares por parte da indústria e dos consumidores. Alimentos orgânicos, alimentos com baixo teor de gordura e alimentos “saudáveis” são exemplos de um novo e crescente segmento de mercado, fortemente impulsionados pelas exigências dos consumidores.

Neste sentido, a indústria alimentar tem procurado responder a um dos principais objetivos das entidades mundiais de saúde nos últimos anos, a redução do consumo de gordura em geral. Consequentemente, espera-se diminuir as doenças não transmissíveis (DCV, diabetes, cancro e doenças respiratórias crónicas), as principais causas de morte a nível mundial (Hu *et al.*, 2001; WHO, 2011).

Os lípidos são importantes na nutrição humana, pois são uma boa fonte de energia, fornecem ácidos gordos essenciais que o organismo humano não consegue sintetizar, são o veículo para a ingestão de vitaminas lipossolúveis, para além de desempenharem um papel fundamental na indústria alimentar ao nível das propriedades físicas e funcionais do alimento (solubilidade, viscosidade, reologia, etc.), ao nível do perfil sensorial (sabor, textura, palatabilidade, aparência) e ao nível do “tempo de vida útil” ou “tempo de prateleira” do alimento (Kolakowska e Sikorski, 2003; Gunstone, 2006a).

De uma forma geral, os lípidos são amplamente consumidos visto que são parte integrante de inúmeros alimentos. Na realidade, os alimentos disponíveis no mercado além de conterem os lípidos naturalmente presentes nas matérias-primas, contêm também os que são adicionados pela indústria. De facto, tanto os óleos como as gorduras são essenciais na formulação de vários produtos alimentares, conferindo-lhes características específicas a fim de obter o produto final desejado (O’Brien, 2009a).

Um aspeto importante a ter em conta é que os ácidos gordos constituintes das gorduras são suscetíveis à oxidação, o que leva à formação de maus sabores/odores e, eventualmente, substâncias prejudiciais à saúde humana. Também o comportamento dos lípidos pode nem sempre ser suficientemente versátil para os diferentes objetivos

pretendidos pela indústria, especialmente no que toca às condições de uso e ao prazo de validade dos produtos finais. Por esta razão, a indústria alimentar foi desenvolvendo uma ampla variedade de lípidos edíveis, como margarinas, “shortenings”, gorduras hidrogenadas, etc., com vista a reduzir a sua suscetibilidade à oxidação, aumentar a versatilidade dos produtos disponíveis e substituir a gordura saturada, uma vez que esta demonstra ter efeitos prejudiciais na saúde (Kolakowska e Sikorski, 2003; O’Brien, 2009a).

Na generalidade, a escolha da matéria gorda a utilizar na produção dos alimentos tem essencialmente como base parâmetros de carácter económico e tecnológico, sendo os aspetos nutricionais e as implicações para a saúde um pouco secundarizados. No entanto, tem-se verificado uma crescente consciencialização da indústria para a produção de alimentos mais saudáveis, devido às pressões das entidades de saúde e órgãos governamentais, bem como dos consumidores que estão cada vez mais informados sobre uma alimentação saudável.

1.1.1 Matérias gordas utilizadas pela indústria

Os óleos e gorduras são as matérias-primas dos óleos vegetais, “shortenings” e margarinas, e são ingredientes funcionais em alimentos produzidos pela indústria alimentar. Estas matérias-primas ocorrem naturalmente na natureza, podendo ter diversas fontes, como sementes e frutas, gordura animal e fontes marinhas (Gunstone, 2006b).

A composição lipídica dos produtos alimentares desenvolvidos em diferentes regiões do globo é influenciada pela fonte de gordura utilizada, e esta é afetada principalmente por dois fatores: o clima e a disponibilidade da fonte da matéria gorda a utilizar. Consequentemente, estes fatores refletem-se na alimentação das populações. De acordo com O’Brien (2009a), as mudanças das gorduras alimentares utilizadas refletem a alteração dos hábitos alimentares da população em relação ao tempo, lugar e frequência alimentar. Os alimentos produzidos em países da Europa do norte e central diferem dos produzidos em países do sul, uma vez que os primeiros utilizam maioritariamente gorduras sólidas provenientes de fontes animais (como a manteiga, banha de porco, sebo e óleo de peixe) enquanto que países com um clima mais quente usam mais frequentemente óleos provenientes de fontes vegetais (Gunstone, 2006b; FAO, 2010).

São diversos os tipos de óleos e gorduras edíveis utilizados pela indústria. A Tabela 1 apresenta os principais óleos e gorduras e a quantidade disponível a nível mundial ao longo das últimas décadas. É de salientar o aumento da quantidade global fornecida,

particularmente do óleo de soja e da gordura de palma, tendo a primeira duplicado a sua quantidade nos últimos 30 anos e a segunda aumentado em mais de vinte vezes.

Tabela 1. Óleos e gorduras utilizadas pela indústria e as tendências globais na produção a nível mundial ao longo das últimas décadas. (FAOSTAT, 2014)

| Óleo/Gordura | Quantidade (×1000 toneladas) | | | |
|--------------------|------------------------------|--------|---------|---------|
| | 1980 | 1990 | 2000 | 2012 |
| Coco | 2 694 | 3 358 | 3 381 | 3 304 |
| Semente de algodão | 3 195 | 3 823 | 3 845 | 5 300 |
| Azeite | 1 979 | 1 494 | 2 515 | 3 320 |
| Palma | 2 119 | 11 449 | 22 227 | 50 198 |
| Palmiste | 719 | 1 675 | 2 767 | 6 045 |
| Soja | 13 195 | 18 578 | 25 622 | 20 043 |
| Girassol | 5 148 | 8 097 | 9 794 | 14 946 |
| Colza | 3 685 | 14 077 | 13 523 | 23 570 |
| Gorduras animais | 9 920 | 10 989 | 11 903 | 12 430 |
| Manteiga | 6 955 | 7 842 | 7 414 | 9 583 |
| Global | 49 609 | 81 382 | 102 991 | 148 739 |

Este aumento produtivo é uma consequência direta do aumento da procura, sendo esta decorrente do aumento da população mundial e do aumento generalizado do consumo de lípidos nos alimentos, principalmente em alimentos processados.

1.1.1.1 Fontes Animais

As gorduras animais foram historicamente as primeiras a serem utilizadas na alimentação humana. O tecido adiposo de animais foi provavelmente utilizado como alimento desde os primórdios da humanidade, sendo a pecuária uma atividade de prática intensiva para fornecer elevadas quantidades de gordura animal, como a banha de porco, o sebo do gado bovino e ovino e a gordura do leite (Scheeder, 2006).

Durante muitas gerações, a banha foi a gordura escolhida para preparar massas de pão e bolos devido à sua propriedade plástica à temperatura ambiente. Contudo, apesar da sua composição ser relativamente baixa em ácidos gordos insaturados, a estabilidade oxidativa da banha é reduzida e num curto período de tempo torna-se rançada, desenvolvendo sabor e odor desagradáveis. Por esta razão, aliada à sua escassez periódica e pelos efeitos indesejáveis na saúde, decorrentes, por exemplo, do seu elevado teor em colesterol, a sua utilização tem vindo a ser bastante reduzida (O'Brien, 2009a; Jayathilakan *et al.*, 2011).

O sebo é a gordura sólida dos animais ruminantes e quase metade da sua composição são ácidos gordos saturados (SFA), incluindo o ácido mirístico, aparentemente

parcialmente responsável pelo aumento de colesterol no plasma sanguíneo (Scheeder, 2006). Para além disso, o sebo contém naturalmente aproximadamente 5% de TFA devido ao processo de biohidrogenação. Em virtude da sua consistência sólida à temperatura ambiente, esta gordura é inserida na produção de uma ampla variedade de “shortenings” (Scheeder, 2006; Jayathilakan *et al.*, 2011).

A gordura do leite é outra matéria-prima com enorme valor económico para a indústria alimentar. Através dela são produzidos gelados, cremes, nata e manteiga, contendo esta última pelo menos 80% da gordura do leite. A composição desta gordura em ácidos gordos depende das características fisiológicas do animal (estado de lactação, estado de saúde), da genética (espécie, raça) e da alimentação (sazonal) (Craig-Schmidt e Teodorescu, 2008; FAO, 2010).

Assim, ainda que as gorduras animais possuam características físicas adequadas para a produção alimentar, no último século constatou-se a diminuição da sua utilização por parte da indústria alimentar, substituindo-as gradualmente por gorduras vegetais devido, principalmente, aos preços competitivos, à preferência do consumidor e às preocupações nutricionais com o colesterol e as gorduras saturadas (FAO, 2010; Mena *et al.*, 2013).

1.1.1.2 Fontes Vegetais

Atualmente verifica-se que a palma, a soja, a colza e o óleo de girassol são os lípidos mais utilizados, correspondendo a 72% do consumo mundial. O óleo de palma é o mais utilizado, excedendo o óleo de soja em meados da década de 2000. Em 1990, estes quatro óleos representavam cerca de 55% do consumo mundial de óleos e gorduras (IHS, 2012).

O continente Asiático é o principal impulsionador do consumo de gorduras a nível mundial, como se verifica na Figura 1, com 44% do consumo mundial. A China e a Índia representam em conjunto 32% do total mundial. O consumo chinês é principalmente óleo de soja, seguido dos óleos de colza e de palma. A Índia é um grande consumidor de óleo de colza, bem como de óleo de palma e manteiga. A Indonésia e a Malásia também contribuem para o elevado consumo de óleo de palma (Gunstone, 2006b; IHS, 2012).

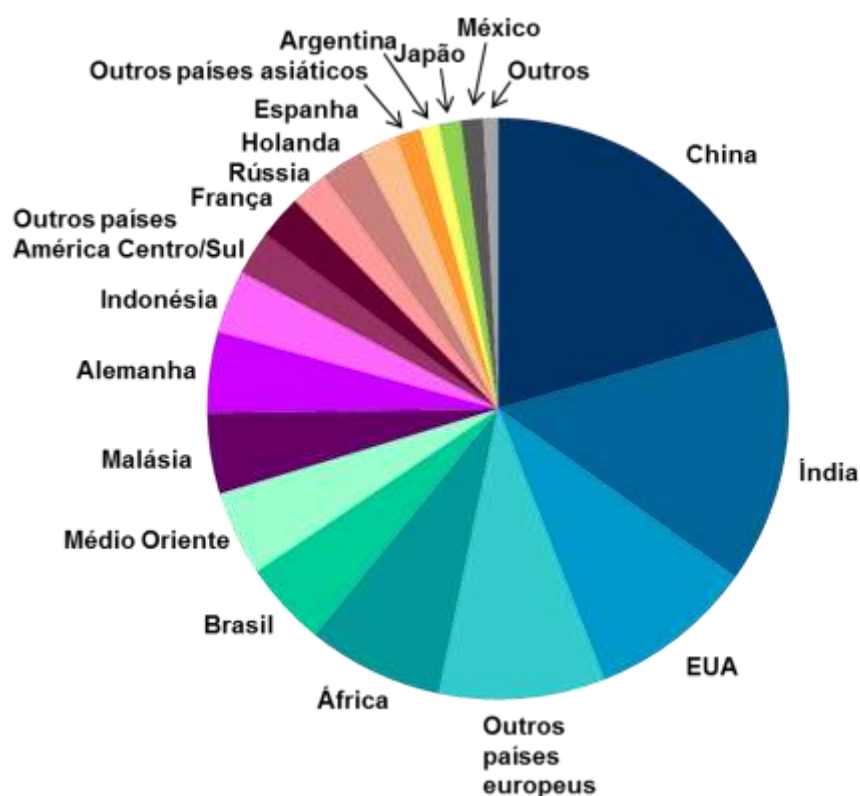


Figura 1. Consumo mundial de óleos e gorduras. (Adaptado de IHS, 2012)

O óleo de palma é produzido principalmente pela Indonésia e Malásia. A sua utilização é responsável por mais de 33% do consumo mundial de óleos e gorduras, e deverá crescer com uma taxa média anual de mais de 5%. Os principais consumidores incluem a Ásia (destacando-se países como a Índia, a Indonésia e a China), a Europa e a África (IHS, 2012). O uso deste óleo tem crescido significativamente como resultado do seu baixo custo, das suas propriedades alimentares e da sua disponibilidade (Gunstone, 2006b). As propriedades físicas e estruturais do óleo de palma são semelhantes ao sebo e à banha de porco, sendo semissólido à temperatura ambiente. É composto essencialmente por dois tipos de ácidos gordos, o palmítico e o oleico, contendo quantidades idênticas tanto de SFA como de insaturados. Esta composição em ácidos gordos confere-lhe características únicas entre os óleos vegetais (O'Brien, 2009a).

A gordura de palmiste, extraído do caroço da palma, é reconhecido como uma gordura com excelente estabilidade oxidativa, facto devido à sua composição com mais de 80% de SFA (tendo como principal constituinte o ácido láurico). O baixo ponto de fusão e a baixa percentagem de ácidos gordos insaturados tornam este óleo tecnologicamente adequado para gorduras usadas em confeitaria, em doces e em cremes para recheios e coberturas (Gunstone, 2006b; FAO, 2010). No entanto, é de referir que o elevado teor em

SFA torna, tanto o óleo de palma como o de palmiste, em óleos pouco indicados para a nutrição humana se consumidos em excesso.

O óleo de semente de algodão foi uma das primeiras e principais gorduras vegetais a serem utilizadas pela indústria alimentar nos EUA até meados do século XX, caindo em desuso após a primeira guerra mundial. Este era a principal matéria-prima de óleos, margarinas e “shortenings”, sendo gradualmente substituído pelo óleo de soja. Desta forma, o óleo de soja passa a ser o óleo dominante nos Estados Unidos, correspondendo a 45% do consumo total de óleos e gorduras neste país. É um componente muito utilizado no fabrico de molhos de saladas, maionese, margarinas e “shortenings”, sendo constituído por elevadas concentrações de ácidos gordos polinsaturados (PUFA), ácido linoleico e ácido linolénico (O’Brien, 2009a; IHS, 2012).

Outro óleo bastante utilizado pela indústria alimentar é o óleo de colza. Este óleo é caracterizado pelo baixo teor em SFA e elevada concentração em ácidos gordos monoinsaturados (MUFA), sendo o ácido gordo oleico o principal ácido gordo na sua composição, tal como no azeite. Contudo, deverá apresentar um teor de ácido erúico inferior a 2% para poder ser comercializado para fins alimentares, pelo efeito cardiotoxico deste ácido gordo (FAO, 2010).

Também faz parte do grupo dos lípidos mais utilizados mundialmente o óleo de girassol. Encontra-se na quarta posição dos óleos com maior produção a nível mundial, sendo muito comum em Portugal. Devido à sua disponibilidade e elevada concentração de ácido linoleico, um ácido gordo essencial, este óleo é um componente fortemente utilizado na produção de matérias gordas para barrar na Europa (Gunstone, 2006b; O’Brien, 2009a).

De referir, ainda, a ampla utilização da gordura de coco na indústria alimentar, sendo uma gordura com composição e propriedades similares ao óleo de palmiste (Gunstone, 2006b).

De forma a tornar mais fácil o manuseamento e melhorar diversas qualidades destas gorduras vegetais, permitir maior estabilidade oxidativa dos alimentos e responder às evidências científicas que referem que o consumo de gorduras saturadas aumenta o risco de DCV, a indústria alimentar tem vindo a desenvolver alternativas, sendo uma das mais vantajosas e rentáveis a utilização de um processo que modifica a estrutura das gorduras e dos óleos vegetais, a hidrogenação. Este processo foi implementado no início do século XX e é através deste que, infelizmente, ocorre formação de TFA (Gunstone, 2006b; Menaa *et al.*, 2013), conforme será detalhado a seguir.

1.2 Ácidos Gordos *Trans*

Os ácidos gordos no seu geral são moléculas com uma larga gama de efeitos biológicos. São compostos por cadeias de hidrocarbonetos com um grupo carboxilo numa extremidade e um grupo metilo na extremidade oposta. O seu tamanho pode variar dos 2 aos 30 ou mais átomos de carbono, podendo apresentar uma ou mais ligações duplas na sua estrutura química. Estes são os componentes básicos dos óleos e gorduras, organizados maioritariamente na forma de triglicerídeos (triacilgliceróis – TG), conferindo-lhes diferentes propriedades nutricionais e tecnológicas dependendo da sua composição e posição nas moléculas de TG. Os ácidos gordos são subdivididos em três classes, de acordo com o seu grau de saturação, isto é, a presença ou ausência de ligações duplas:

- Ácidos gordos saturados (SFA) – sem ligações duplas; quimicamente menos reativos; pontos de fusão mais elevados; sólidos à temperatura ambiente;
- Ácidos gordos insaturados – com ligações duplas; pontos de fusão mais baixos; líquidos à temperatura ambiente; distinguindo-se os Monoinsaturados (MUFA), com uma dupla ligação, dos Polinsaturados (PUFA), com duas ou mais duplas ligações.

Os ácidos gordos insaturados podem apresentar ligações duplas em duas formas estruturais simétricas, designadas cientificamente por *cis* e *trans*. Na natureza, as ligações duplas dos ácidos gordos insaturados encontram-se maioritariamente na configuração *cis*, isto é, os átomos de hidrogénio ligados à ligação dupla estão orientados para o mesmo lado. Se os átomos de hidrogénio estiverem em lados opostos, a configuração é denominada de *trans* (ver Figura 2) (Byrd-Bredbenner *et al.*, 2009).

Estruturalmente, as ligações duplas dos ácidos gordos insaturados com configuração *cis* produzem “dobras” na cadeia, que impedem um encaixe estrutural tão compacto como os SFA (ver Figura 2). Como consequência, um ácido gordo insaturado com configuração *cis* tem um ponto de fusão mais baixo do que um SFA com a mesma massa molecular. Por outro lado, as ligações duplas *trans* não criam essa alteração estrutural na cadeia do ácido gordo ficando praticamente lineares, à semelhança dos SFA, e apresentam pontos de fusão mais elevados do que os isómeros *cis* correspondentes (Tarrago-Trani *et al.*, 2006).

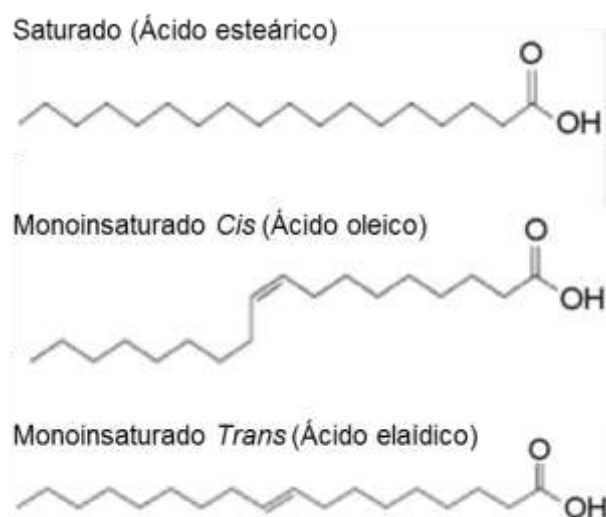


Figura 2. Representação simplificada das estruturas químicas de um ácido gordo saturado – ácido esteárico, de um ácido gordo com configuração *cis* – ácido oleico e do seu isómero *trans* – ácido elaidico. (Adaptado de Bhardwaj *et al.*, 2011)

1.2.1 Definição

Do ponto de vista químico, os ácidos gordos *trans* são todos os ácidos gordos insaturados com pelo menos uma dupla ligação na configuração *trans* e várias entidades oficiais definem-nos de forma semelhante. A EFSA estabeleceu que os “TFA são ácidos gordos insaturados com pelo menos uma ligação dupla *trans* e podem, portanto, ter também ligações duplas em configuração *cis*” (EFSA, 2004). De acordo com a FDA, os TFA são “ácidos gordos insaturados, contendo uma ou mais duplas ligações em configuração *trans*” e para o *Codex Alimentarius* são “todos os isómeros geométricos de ácidos gordos monoinsaturados e polinsaturados contendo ligações duplas não-conjugadas carbono-carbono, interrompidas por, pelo menos, um grupo metileno, na configuração *trans*” (Ledoux *et al.*, 2007; Duhem, 2009). Esta última definição permite a não inclusão dos ácidos gordos *trans* com ligações duplas conjugadas, de origem natural, conforme será detalhado posteriormente.

1.2.2 Fontes de TFA

Os ácidos gordos *trans* obtidos através da alimentação provém essencialmente de duas fontes: natural e industrial.

1.2.2.1 TFA de Origem Natural

Os TFA fazem parte da cadeia alimentar do Homem desde a pré-história, através do consumo de alimentos provenientes de fontes naturais como a carne e o leite de animais ruminantes. Sabe-se que os isómeros *trans* não são usualmente encontrados em óleos vegetais naturais, enquanto que na carne, no leite e nos seus derivados a sua composição varia entre 2% e 8% (Craig-Schmidt e Teodorescu, 2008; Stender *et al.*, 2008; Żbikowska, 2010; Gebauer *et al.*, 2011).

Nos animais ruminantes, os ácidos gordos insaturados sofrem digestão microbiana no rúmen através dos processos de lipólise e de biohidrogenação. Os lípidos dos alimentos ingeridos estão maioritariamente esterificados (TG das sementes, fosfolipídeos e galactolipídeos das folhas vegetais) e necessitam de sofrer lipólise por ação das lipases bacterianas para que os ácidos gordos fiquem livres e disponíveis para o processo enzimático de hidrogenação. Pela ação das enzimas catalisadoras dos microrganismos ruménicos, os ácidos gordos insaturados livres com configuração *cis* na ligação dupla são isomerizados levando à formação de congéneres com configuração *trans*, maioritariamente ácido vacénico (18:1-11 Δ) (Craig-Schmidt e Teodorescu, 2008; Enjalbert e Troegeler-Meynadier, 2009; Aldai *et al.*, 2013).

A taxa de produção do ácido vacénico nos ruminantes é variável uma vez que é influenciada por diversos fatores. A composição da dieta é um fator importante e os seus efeitos estão relacionados com a forragem, a proporção de concentrados e a sua composição nutricional. No que diz respeito à forragem, tem sido demonstrado que a sazonalidade é um agente influenciador preponderante pois a composição em ácidos gordos diferem no feno (quantidades baixas de PUFA) para a erva fresca ou silagem (quantidades altas de PUFA). Durante o verão verifica-se uma concentração de TFA no leite dos bovinos quatro vezes superior quando comparada com a concentração no inverno. Em relação à proporção de concentrados e à composição nutricional, dietas ricas em concentrados e açúcares modificam o pH do rúmen dos animais e afetam o equilíbrio dos microrganismos bacterianos diminuindo a biohidrogenação. A quantidade e a fonte de gordura, o tratamento tecnológico que o alimento foi sujeito e o uso de aditivos (alguns antimicrobianos) afetam a lipólise e os microrganismos do rúmen, tendo igualmente efeitos diretos na hidrogenação enzimática (Enjalbert e Troegeler-Meynadier, 2009).

Os TFA produzidos durante a hidrogenação enzimática no rúmen são absorvidos e distribuídos pelos tecidos do animal, incluindo a glândula mamária e os depósitos de gordura. Deste modo, tanto o leite como a carne dos animais ruminantes contém quantidades de TFA impossíveis de eliminar numa alimentação humana equilibrada. A carne de bovino contém cerca de 5 a 6% de TFA. Já na gordura do leite e nos seus derivados,

como a manteiga, verificam-se conteúdos de cerca de 3 a 6% (Tarrago-Trani *et al.*, 2006; Craig-Schmidt e Teodorescu, 2008; Khor e Esa, 2008; Remig *et al.*, 2010). O estudo europeu TRANSFAIR, realizado em 1995/1996, refere que nos produtos hidrogenados de origem natural, a carne e as gorduras animais contribuem cerca de 10% do total de TFA ingeridos, enquanto que o leite e o queijo contribuem com 19% e a manteiga 6% (Hulshof *et al.*, 1999). Estudos mais recentes efetuados na Europa indicam que o consumo de TFA através da carne e laticínios é globalmente de cerca de 10% e 30%, respetivamente, sendo o ácido vacénico responsável por cerca de 67-86% do total de TFA (EFSA, 2004; Żbikowska, 2010).

Porém, esta via de consumo de TFA representa uma fração muito pequena do consumo total diário de TFA, dado que estes ácidos gordos de origem natural contribuem apenas com 20% de TFA na alimentação quando comparado com os 80% que fornecem os alimentos processados (Corrêa e Ramos, 2008; Craig-Schmidt e Teodorescu, 2008; Dhaka *et al.*, 2011).

1.2.2.2 TFA de Origem Industrial

Com o aumento da procura mundial por gorduras sólidas edíveis que substituíssem as gorduras animais, foi dada atenção ao desenvolvimento de alternativas que mantivessem o produto com qualidade durante o armazenamento prolongado. Na demanda por métodos alternativos, a indústria alimentar introduziu em larga escala diversos processos de modificação dos lípidos como a hidrogenação, a refinação, a interestificação, a cristalização fracionada, entre outros (Bezclgues e Dijkstra, 2009; Żbikowska, 2010).

Hidrogenação

No início do século XX o químico Wilhem Normann, baseado no trabalho desenvolvido pelo cientista Sabatier (1897), descobre que os óleos vegetais podem ser hidrogenados, permitindo a sua solidificação à temperatura ambiente e conferindo-lhes maior resistência à oxidação. Deste modo, surge na cadeia alimentar do homem a primeira gordura produzida industrialmente (gordura hidrogenada) (Scheeder, 2007). Em 1903, Normann patenteia o processo de hidrogenação revelando que o principal interesse é usá-lo na alimentação humana. De acordo com Normann (1922), citado por Scheeder (2007), as primeiras dúvidas sobre o uso de gorduras hidrogenadas na nutrição humana foram refutadas por uma série de investigações, mostrando que estas possuíam não só uma digestibilidade fácil, como também uma utilização metabólica suficiente. Assim, a porta para a aplicação industrial estava aberta. Em 1909 foi construído em Inglaterra o primeiro projeto de hidrogenação industrial e, rapidamente, esta tecnologia tornou-se no processo mais

importante de transformação de óleos e gorduras, sendo aplicada em todo o mundo (Bezelgues e Dijkstra, 2009; Dijkstra, 2012).

Segundo Scheeder (2007), o primeiro produto comercializado com óleos hidrogenados foi a gordura vegetal “Crisco”, produzida através da hidrogenação do óleo de semente de algodão, apresentada pela multinacional “Procter & Gamble” em 1911 nos EUA, sendo pela primeira vez um produto 100% de origem vegetal. Na Europa, particularmente na Alemanha, o processo de hidrogenação foi usado principalmente para transformar gordura de baleia, óleos de peixe, e até mesmo vários óleos de qualidade inferior, não edíveis, em margarinas e gorduras comestíveis e com melhor palatabilidade (Scheeder, 2007).

O consumo destes produtos intensificou-se durante os tempos das grandes guerras mundiais e de crise nas primeiras décadas do século XX, sendo usados como alternativa à manteiga e à banha de porco, dado o seu baixo custo, maior estabilidade oxidativa (conferindo aos alimentos maior período de validade) e melhores propriedades organoléticas em comparação aos equivalentes de origem animal (Willett, 2006). Na década de 70, decorrente da publicação de estudos científicos que demonstraram que o consumo de SFA e colesterol, provenientes principalmente de fontes alimentares como a manteiga e a banha de porco, estavam relacionados com DCV, verificou-se uma duplicação nas vendas de margarina de origem vegetal em relação à manteiga. Como resultado, os produtos hidrogenados substituíram gradualmente a manteiga e a banha em numerosos produtos, incluindo produtos de panificação, confeitaria, “shortenings” e alimentos fritos (Tarrago-Trani *et al.*, 2006; Willett, 2006).

A hidrogenação é utilizada pela indústria alimentar essencialmente por duas razões: transformar os óleos em gorduras com características de consistência e de manuseio necessárias para a função a desempenhar e aumentar a estabilidade oxidativa dos mesmos (Johnson, 2002). Dessa forma, essas gorduras são mais vantajosas e rentáveis para a produção alimentar porque podem alterar a estrutura, lubrificação e textura do alimento (isto é, a consistência/dureza, elasticidade, e fragilidade), aumentar a vida útil, aumentar a estabilidade do sabor, diminuir a sensibilidade à oxidação, aumentar a estabilidade contra a liquefação, aumentar a estabilidade durante a fritura, aumentar a estabilidade de emulsões, etc. (Balbinot *et al.*, 2009; Menaa *et al.*, 2013).

- Processo

Na hidrogenação os óleos vegetais, fluídos à temperatura ambiente pelas elevadas concentrações de ácidos gordos insaturados, são convertidos em gorduras semissólidas ou mesmo sólidas, quando sujeitos a aquecimento a altas pressões, na presença de hidrogénio e de um catalisador metálico (como o níquel) (Bednarski e Adamczak, 2003). Neste

processo industrial de hidrogenação, as ligações duplas dos ácidos gordos insaturados são reduzidas a ligações simples.

A reação de hidrogenação é geralmente realizada de forma semi-contínua, em reatores herméticos que suportam temperaturas elevadas e pressões entre 7 e 10 bar (Bezelgues e Dijkstra, 2009; O'Brien, 2009b). Este processo pode ser interpretado através do mecanismo desenvolvido por Horiuti e Polanyi (1934), que consiste, de uma forma simplificada e proposta por Frankel e Dutton (1970), na reação do óleo com o catalisador metálico e o hidrogénio, representados na Figura 3 por S (substrato), M e H₂, respetivamente (deMan, 2008).

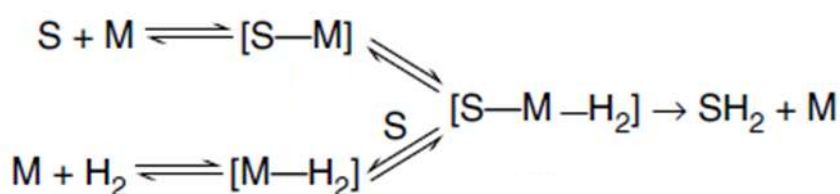


Figura 3. Esquema da hidrogenação catalítica desenvolvido por Frankel e Dutton (1970). (deMan, 2008)

Tanto o óleo como o hidrogénio reagem com o catalisador dando origem a óleos totais ou parcialmente hidrogenados. Se a hidrogenação for total, há uma redução de todas as ligações duplas no óleo, obtendo-se apenas SFA numa gordura sólida, a gordura hidrogenada propriamente dita, enquanto que se for parcial apenas há redução de uma fração das ligações duplas, originando gorduras semissólidas (gordura parcialmente hidrogenada) (List e King, 2006; deMan, 2008).

O mecanismo de hidrogenação considera a formação de um intermediário parcialmente hidrogenado do ácido (ligado com apenas um átomo de hidrogénio) na superfície do catalisador (Figura 4). Esse intermediário apresenta facilidade de rotação da cadeia de carbono, anteriormente impedida pela ligação dupla. Caso o átomo de hidrogénio ligado ao intermediário volte à superfície do catalisador, a molécula original do ácido gordo *cis* é libertada. Por outro lado, se esse átomo de hidrogénio permanecer ligado à molécula e outro átomo de hidrogénio, inicialmente presente na molécula, for removido, ocorre inversão da conformação e a formação do isómero *trans*, conforme esquematizado na Figura 4 (Bezelgues e Dijkstra, 2009; Tonetto *et al.*, 2009; Żbikowska, 2010). Simultaneamente, pode ocorrer deslocalização da ligação dupla ao longo da cadeia de carbono, geralmente para estados energéticos mais favoráveis (Dijkstra, 2006).

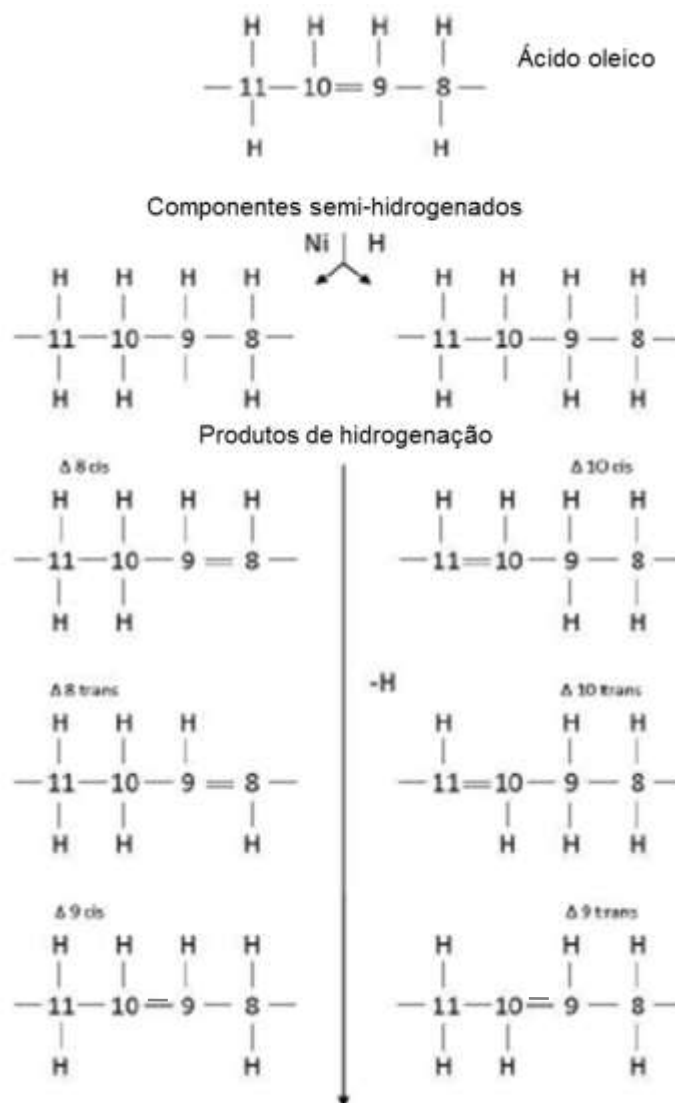


Figura 4. Mecanismo de formação de isómeros *trans* durante o processo de hidrogenação.
(Adaptado de Żbikowska, 2010)

Por fim, se outro hidrogénio adsorvido na superfície do catalisador se ligar ao intermediário parcialmente hidrogenado, há a formação da ligação saturada e a libertação da molécula hidrogenada (Bezelgues e Dijkstra, 2009; Tonetto *et al.*, 2009), o propósito básico da hidrogenação.

Assim, a quantidade de TFA nos produtos parcialmente hidrogenados depende das variáveis reacionais impostas ao sistema, sendo necessário o seu controlo de forma a desenvolver um produto com a funcionalidade desejada. A taxa e a seletividade da reação de hidrogenação dependem dos parâmetros envolvidos no processo, como a temperatura, a pressão do hidrogénio, as condições de agitação, a concentração e o tipo do catalisador e a matéria-prima utilizada. Variando estes parâmetros, principalmente a temperatura, é possível obter uma mistura muito complexa de produtos com uma grande variedade de

propriedades e composição sendo maioritariamente o grau de hidrogenação dos ácidos gordos a determinar as propriedades do produto (Bednarski e Adamczak, 2003; O'Brien, 2009b).

De facto, a hidrogenação pode ser seletiva ou não seletiva. A seletividade está relacionada com as taxas relativas de hidrogenação de ácidos gordos específicos. A hidrogenação seletiva opõem-se à hidrogenação aleatória, sendo que ácidos gordos mais insaturados (PUFA) são hidrogenados primeiro do que ácidos gordos menos insaturados (MUFA). Para obter maior seletividade, é comum a utilização de baixa pressão de hidrogénio, de velocidade de agitação moderada e altas temperaturas. Isto leva à escassez de hidrogénio na superfície do catalisador, o qual, por sua vez, favorece a formação de TFA. Este tipo de seletividade é utilizado para diminuir a formação de SFA, contudo, a formação de TFA é maior (Johnson, 2002; Tarrago-Trani *et al.*, 2006; Menaa *et al.*, 2013).

Na hidrogenação, a disponibilidade de hidrogénio no catalisador é um parâmetro crucial no processo de isomerização *cis/trans*. Com o aumento da temperatura diminui a solubilidade do hidrogénio no óleo e aumenta a taxa da reação. Assim, a quantidade de hidrogénio na superfície do catalisador é reduzida, resultando numa seletividade e formação de isómeros *trans* elevada. Do mesmo modo, existe maior formação de TFA quando a hidrogenação é realizada sob pressões baixas, com pouca agitação e com uma quantidade menor de catalisadores (List e King, 2006; Bezelgues e Dijkstra, 2009; O'Brien, 2009b). Já o catalisador preferencialmente utilizado neste processo é o níquel uma vez que tem forte influência na seletividade, isomerização geométrica e é economicamente rentável. Também as impurezas que a matéria-prima possa conter influenciam a formação de TFA, alterando a atividade do catalisador (Dijkstra, 2006).

Na Tabela 2 estão identificadas as condições para a formação máxima de isómeros de TFA e também para a menor, embora esta implique inevitavelmente maior conversão de ligações duplas a ligações saturadas (Hunter, 2006).

Tabela 2. Condições de reação durante a hidrogenação para a formação máxima e mínima de ácidos gordos *trans*. (Adaptado de Tarrago-Trani *et al.*, 2006)

| Formação máxima de isómeros de TFA | Formação mínima de isómeros de TFA |
|---|---|
| Baixas pressões de hidrogénio - 100 a 200 kPa | Maiores pressões de hidrogénio - 300 kPa |
| Altas temperaturas - 200°C a 215°C | Menores temperaturas - 165°C a 180°C |
| Concentração de catalisador - 0.005% Ni | Concentrações superiores de catalisador - 0.008% Ni |

Os óleos parcialmente hidrogenados têm um valor nutricional mais baixo quando comparados com os óleos vegetais originais, pois contêm menos ácidos gordos essenciais (linoleico e α -linolénico) e tem ácidos gordos insaturados com configuração *trans*. Estas modificações são uma consequência de alterações moleculares que ocorrem durante a hidrogenação parcial, incluindo a saturação das ligações duplas (redução) e isomerização geométrica e posicional, sendo que o controlo e equilíbrio de saturação e de isomerização durante este processo são fatores importantes para obter um produto de boa qualidade e de forma contínua (List e King, 2006).

Refinação de óleos vegetais

O processo de refinação de óleos vegetais pretende remover impurezas naturalmente presentes nestes, alterando a cor, sabor e aroma. Neste processo, os óleos vegetais são desodorizados a temperaturas da ordem dos 180°C-270°C, levando também à formação de TFA (Bhardwah *et al.*, 2011). Isto foi demonstrado em 1974 pelos investigadores Robert Ackman e colegas, que descreveram a formação de isómeros geométricos *trans* de ácidos gordos essenciais em óleos vegetais refinados submetidos a altas temperaturas (Scheeder, 2007). Para evitar a formação excessiva de TFA neste processo, os parâmetros mais importantes a controlar são a temperatura e a duração da desodorização (Bezelgues e Destailats, 2009). No entanto, estes teores são muito reduzidos, cerca de 3% de TFA no máximo (percentagem na gordura total), comparativamente com os obtidos por hidrogenação (Aldai *et al.*, 2013), anteriormente descritos.

Fritura a altas temperaturas

No processo de fritura os óleos vegetais também são sujeitos a elevadas temperaturas sendo estas essenciais para a obtenção da textura e sabor característicos dos alimentos fritos. Neste processo decorrem várias reações químicas, como oxidação, hidrólise, polimerização, ciclização e isomerização, produzindo-se entre outros, TFA (Ledoux *et al.*, 2007; Bhardwah *et al.*, 2011). Assim como ocorre na refinação dos óleos, neste processo também se pode controlar a formação de isómeros *trans* através da temperatura atingida e do tempo da fritura dos óleos (Bezelgues e Destailats, 2009). Contudo, mais uma vez os teores são muito reduzidos (1-3%) comparativamente com os obtidos por hidrogenação química (Aldai *et al.*, 2013).

Os restantes processos de modificação de gorduras, por não contribuírem para a formação de TFA, serão abordados posteriormente.

1.2.3 Efeitos na saúde

Segundo a WHO (2011) a principal causa de mortalidade em todo o mundo continuam a ser as doenças não transmissíveis, referindo que, apesar do controlo da hiperlipidémia e da diminuição do consumo de tabaco, as DCV, o cancro e as doenças respiratórias crónicas continuam a ser responsáveis por mais mortes do que todas as outras causas combinadas.

A hipertensão arterial, a obesidade, a diabetes, a hipercolesterolemia e a elevada concentração plasmática de TG são os principais fatores de risco para desenvolver DCV, afirmando-se claramente a alimentação como um importante modulador destes fatores de risco (Mozaffarian e Clarke, 2009).

Assim, e uma vez que o tipo de gordura consumida e o seu estado de oxidação influenciam o desenvolvimento de DCV, o uso generalizado de óleos vegetais parcialmente hidrogenados durante as últimas décadas tem levantado questões sobre os efeitos na saúde decorrentes do consumo de TFA. Têm sido realizados muitos estudos de intervenção em humanos abordando os efeitos do consumo de TFA sobre os fatores de risco para diversas doenças crónicas, verificando-se que constituem um fator de risco modificável para a doença cardíaca coronária, síndrome metabólico e diabetes *mellitus* (EFSA, 2004; Mozaffarian *et al.*, 2007; Booker e Mann, 2008; Hunter, 2008). Especificamente, o consumo de TFA influencia os perfis lipídicos/lipoproteicos, aumenta a inflamação sistémica, aumenta a trombogénese e reduz a função endotelial, os quais, individualmente ou em conjunto, contribuem para o aumento do risco cardiovascular (Figura 5) (Estadella *et al.*, 2013). Como referido anteriormente, a um consumo de 4-5 g/dia de TFA associa-se um aumento no risco de desenvolver doenças cardiovasculares de 23 a 25% (Mozaffarian *et al.*, 2006). Outro estudo refere que mesmo pequenas quantidades de TFA estão consistentemente associadas a um aumento marcado de DCV (Oh *et al.*, 2005). Estes autores estimam que a substituição de 5% de energia proveniente de SFA por gordura insaturada *cis* reduziria o risco de DCV em 42%, enquanto a substituição de 2% de energia proveniente de TFA por gordura insaturada *cis* o reduziria em 53%. Assim, parece evidente que mesmo pequenas reduções no consumo de TFA são benéficas, produzindo uma diminuição considerável no risco cardiovascular. Deste modo é imperativo que as autoridades mundiais estabeleçam um limite máximo de consumo para estas gorduras.

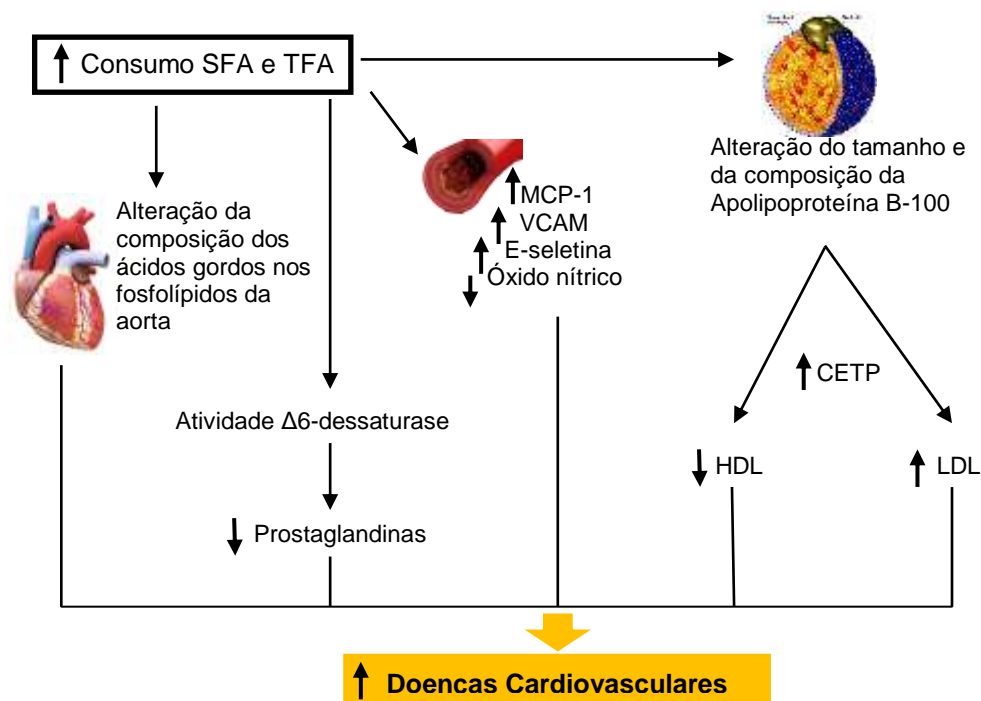


Figura 5. Efeitos do elevado consumo de SFA e TFA no metabolismo lipídico e no risco cardiovascular. (CETP: proteína de transferência do colesterol esterificado; HDL: lipoproteína de alta densidade; LDL: lipoproteína de baixa densidade; MCP-1: proteína quimiotática de monócitos 1; SFA: ácidos gordos saturados; TFA: ácidos gordos *trans*; VCAM: molécula de adesão das células vasculares. (Adaptado de Estadella *et al.*, 2013)

1.2.3.1 Efeitos dos TFA nos lípidos plasmáticos

Já na década de 80 alguns estudos analisavam os efeitos da ingestão de gorduras hidrogenadas sobre os níveis de colesterol (Hunter, 2008). Contudo, os resultados apontavam níveis mais elevados de colesterol associados ao consumo de SFA do que ao consumo de TFA, continuando a indústria a utilizar gorduras parcialmente hidrogenadas na produção de inúmeros alimentos bastante consumidos pela população. Só em 1990, através do estudo realizado por Mensink e Katan, foi dada maior relevância aos efeitos do consumo de TFA. Através deste estudo demonstrou-se que o consumo de SFA aumenta apenas o nível da lipoproteína de baixa densidade (LDL) enquanto que o consumo de TFA não só aumenta o nível dessas lipoproteínas como também diminui o nível da lipoproteína de alta densidade (HDL), alterando significativamente a proporção entre LDL/HDL no plasma sanguíneo. Esta razão é provavelmente o melhor marcador para estimar os efeitos dos TFA nos lípidos plasmáticos e é utilizada como um importante indicador de risco para o desenvolvimento de DCV (Ascherio, 2006; Willett, 2006; Mozaffarian e Clarke, 2009).

Tal como a proporção entre LDL/HDL, também a lipoproteína (a) (Lp (a)) e os TG plasmáticos estão relacionados com o aumento de risco cardiovascular. Vários estudos demonstraram que o consumo de TFA produzido industrialmente aumenta a concentração

de Lp (a) e de TG no plasma, quando comparado com SFA ou ácidos gordos insaturados *cis* (Dhaka *et al.*, 2011; Estadella *et al.*, 2013). O aumento da concentração plasmática de Lp (a) faz com que esta atue inibindo o plasminogénio, o que impossibilita a sua ativação em plasmina (enzima responsável pela degradação da fibrina), influenciando, assim, o fator de risco para doença cardíaca, bem como um risco maior de desenvolvimento de diabetes (Corrêa e Ramos, 2008).

No que respeita aos TFA de origem natural, até recentemente, pouco se sabia sobre os seus efeitos no perfil lipídico sanguíneo. Motard-Bélanger e seus colaboradores (2008) estudaram os efeitos do consumo de TFA de fontes animais (3,7% da energia total) no metabolismo das lipoproteínas num grupo de homens saudáveis paralelamente ao de TFA de origem industrial (3,6% da energia). Os resultados demonstraram que, tanto um consumo elevado de TFA de fontes animais como de alimentos hidrogenados pode afetar adversamente a homeostasia do colesterol, mas o consumo moderado de TFA produzidos naturalmente na quantidade testada (que é bastante superior ao consumo humano habitual) não produziu qualquer efeito sobre os lipídios plasmáticos ou outros fatores de risco de DCV. Do mesmo modo, a primeira análise quantitativa sobre os efeitos de TFA de origem animal e industrial nas lipoproteínas do sangue em seres humanos (Brouwer *et al.*, 2010) sugere que todos os ácidos gordos com uma ligação dupla na configuração *trans* aumentam a concentração de LDL e baixam a de HDL no plasma, referindo também que o efeito dos TFA provenientes de gorduras hidrogenadas é maior quando comparado com os de origem natural.

1.2.3.2 Efeitos dos TFA nos marcadores inflamatórios e na função das células endoteliais

Tal como a proporção entre o colesterol LDL/HDL, também a inflamação e a disfunção endotelial são marcadores de risco de DCV. O consumo de TFA causa disfunção metabólica através do desencadeamento de efeitos pró-inflamatórios, dado que aumenta a atividade do TNF- α (fator de necrose tumoral), a atividade do NF- κ B (fator nuclear kappa B que ativa as células B), as espécies reativas de oxigénio (ROS), os níveis de Interleuquina-6 (IL-6) e proteína C-reativa (PCR) (Figura 5). Níveis de PCR no plasma sanguíneo superiores a 3 mg/L indicam risco elevado de desenvolver enfarte do miocárdio e acidente vascular cerebral. Também concentrações altas de IL-6 ou TNF- α predizem insuficiência cardíaca. Do mesmo modo, os TFA induzem disfunção endotelial ao aumentar os níveis circulantes de certos biomarcadores como as formas solúveis das moléculas de adesão intracelular 1 (sICAM_1), de adesão das células vasculares 1 (sVCAM_1) e seletina-E (Figura 5). Esta disfunção é um passo chave no desenvolvimento de aterosclerose, uma vez que este

aumento de biomarcadores favorece a agregação de plaquetas, contribuindo para a formação de ateromas (Mozaffarian e Willett, 2007; Malpuech-Brugère *et al.*, 2009; Remig *et al.*, 2010; Bhardwah *et al.*, 2011).

1.2.3.3 Efeitos dos TFA na função homeostática

Pouco se sabe sobre os efeitos dos TFA em marcadores para a agregação de plaquetas, coagulação e fibrinólise, três fatores determinantes da função homeostática. No entanto, quer a oxidação dos ácidos gordos quer a deposição dos TFA nos ateromas parecem estar relacionados com os mecanismos envolvidos nas doenças cardíacas. Os TFA competem com ácidos gordos *cis*, inibindo a sua incorporação nos fosfolípidos da membrana das células endoteliais das artérias e veias (Figura 5). Esta alteração na membrana celular dos vasos sanguíneos promove o processo de calcificação originando a formação de coágulos. A enzima COX-2, necessária para a produção de prostaciclina essenciais na prevenção da formação de coágulos, também é inibida pelos TFA, bem como outros mediadores biológicos que regulam a homeostasia (interferem com a biossíntese de eicosanóides e com o equilíbrio de prostaglandinas). O risco de enfarte agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral e trombose fica, portanto, aumentado (Kummerow, 2009; Remig *et al.*, 2010; Dhaka *et al.*, 2011; Estadella *et al.*, 2013).

1.2.3.4 Efeitos dos TFA na diabetes *mellitus*

A deficiência da ação da insulina (diminuição da sensibilidade à insulina) é uma característica determinante em várias doenças crónicas relacionadas com a alimentação, como a obesidade, a hipertensão e a diabetes *mellitus* tipo 2. Apesar de ainda não se conhecerem os mecanismos através dos quais os TFA interferem na sensibilidade à insulina (apenas que interferem de forma única com o fígado, músculo e tecido adiposo), sabe-se que uma alimentação rica em MUFA *trans* de origem industrial aumenta ainda mais a resistência à insulina, particularmente em indivíduos predispostos como aqueles com adiposidade visceral aumentada, com resistência preexistente à insulina ou que praticam pouca atividade física, quando comparada com uma dieta com grandes quantidades de SFA (Hunter, 2008; Malpuech-Brugère *et al.*, 2009; Uauy *et al.*, 2009; Dhaka *et al.*, 2011).

Com base nos efeitos dos TFA na adiposidade e resistência à insulina, o consumo de TFA pode aumentar a incidência de diabetes. No entanto, é necessário efetuar mais estudos em indivíduos saudáveis (Mozaffarian e Clarke, 2009), para que se comprove que o consumo de TFA, para além de induzir efeitos cardiovasculares e metabólicos característicos (Mozaffarian e Willett, 2007), agrava várias vias relacionadas com a síndrome de resistência à insulina.

Os TFA da dieta afetam, então, a função de diversos tipos de células, desde hepatócitos, adipócitos, a macrófagos e células endoteliais (Estadella *et al.*, 2013). Todos os fatores de risco referidos fazem com que, de entre todos os nutrientes obtidos pela alimentação, o consumo de TFA produza uma “impressão cardiometabólica” característica (Mozaffarian e Willett, 2007) (Figura 6).

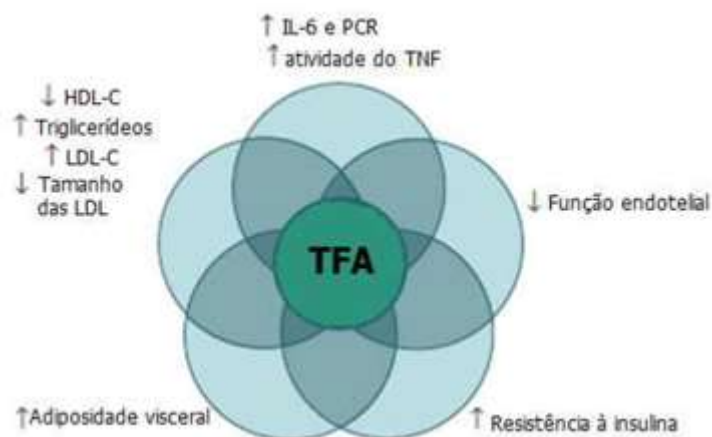


Figura 6. “Impressão cardiometabólica” dos TFA. (Adaptado de Mozaffarian e Willett)

1.2.3.5 Efeitos dos TFA no cancro

Apesar de existirem poucas evidências científicas que relacionem o consumo de TFA com o desenvolvimento de cancro, um estudo desenvolvido na Europa em mulheres na pós menopausa (Kohlmeier *et al.*, 1997) indicou que mulheres com níveis elevados de TFA no sangue tinham o dobro do risco de desenvolver cancro da mama, quando comparadas com mulheres com níveis mais baixos. Também é de salientar que a ingestão de TFA está relacionada com um aumento do risco de cancro do colo-rectal (Slattery *et al.*, 2001). Supõe-se que os TFA podem aumentar o risco de desenvolver cancro através da alteração da resposta imune, da integridade da parede celular e da síntese de prostaglandina (Hunter, 2006; Gebauer *et al.*, 2011).

1.2.3.6 Efeitos dos TFA na saúde materno-infantil

A ingestão de alimentos ricos em TFA por grávidas e lactantes tem influência direta na saúde do feto ou do bebé, devido à possível transferência de TFA para o feto através da placenta e para o bebé através do leite materno. Estas evidências foram concluídas pelo facto de serem encontrados os mesmos níveis de TFA no sangue tanto das mães como dos recém-nascidos (Larqué *et al.*, 2001; EFSA, 2004; Innis, 2006; Chardigny e Combe, 2009; Dhaka *et al.*, 2011). Elevados níveis de TFA no sangue fetal parecem estar associados com uma redução do tempo gestacional (estes ácidos gordos podem estimular a contração das

células uterinas), embora em condições nutricionais normais o impacto seja limitado (Hunter, 2006; Żbikowska, 2010). A associação entre um elevado consumo de TFA e o risco de pré-eclâmpsia (hipertensão induzida pela gravidez) foi também verificado. Neste estudo, as mulheres que desenvolveram pré-eclâmpsia tinham uma quantidade maior de TFA (cerca de 30% superior) nos glóbulos vermelhos do que as mulheres que não desenvolveram esta disfunção (Dhaka *et al.*, 2011).

Teores elevados de TFA parecem induzir inibição na biossíntese de ácidos gordos essenciais, o que provoca efeitos prejudiciais no desenvolvimento infantil ao nível do sistema nervoso e da visão (Larqu e *et al.*, 2001; EFSA, 2004; Innis, 2006; Chardigny e Combe, 2009). Por outro lado, um consumo elevado de TFA durante o segundo trimestre da gravidez parece estar associado a um maior crescimento fetal, sendo que, como é sabido, a macrosomia está associada a um maior risco de problemas de saúde no futuro. Assim, as grávidas devem ser aconselhadas a evitar o consumo de alimentos ricos em TFA e substituí-los por gordura saudável, principalmente pelo consumo de PUFA (Innis, 2006; Cohen *et al.*, 2011).

1.2.3.7 Outros efeitos dos TFA

Para além de todas as consequências referidas, o consumo de TFA foi associado ao aumento da incidência de doenças alérgicas, como a asma, o eczema at pico e a rinite alérgica (EFSA, 2004; Dhaka *et al.*, 2011). Ao nível neurológico, um consumo prolongado de gordura hidrogenada permite a incorporação de TFA nas membranas neuronais, facilitando o desenvolvimento de processos oxidativos e perturbações do movimento, estando assim associado com as doenças degenerativas (Teixeira *et al.*, 2012). Os TFA também parecem possuir efeitos negativos no que diz respeito ao risco de depressão (Sánchez-Villega *et al.*, 2011) e infertilidade ovulatória (Bhardwah *et al.*, 2011).

Em resumo, as preocupações devem recair essencialmente nos TFA produzidos industrialmente visto que o consumo de TFA de origem natural é relativamente baixo na maioria das populações, mesmo em indivíduos com hábitos de consumo que incluam muitos alimentos de origem ruménica (carne, leite e derivados), sendo difícil atingir os níveis semelhantes aos adquiridos pela ingestão de alimentos com ácidos gordos modificados industrialmente. Estudos observacionais não suportam a existência de efeitos cardíacos adversos dos TFA de fontes naturais nas quantidades realmente consumidas (Mozaffarian *et al.*, 2007; Stender *et al.*, 2008; Kummerow, 2009; Mozaffarian e Clarke, 2009; Uauy *et al.*, 2009; Remig *et al.*, 2010; Dhaka *et al.*, 2011; Gebauer *et al.*, 2011; Wang e Proctor, 2013).

Já relativamente aos TFA de origem industrial, o elevado grau de evidência e consistência dos seus efeitos prejudiciais, a não existência de evidências de qualquer efeito benéfico que não o tecnológico, a par da existência de métodos viáveis para a sua eliminação, que serão discutidos a seguir, leva a que não haja razões suficientemente fortes para continuar a usá-los na produção de alimentos (Stender *et al.*, 2008). De facto, a educação crescente dos consumidores do ponto de vista de saúde e alimentação, juntamente com a adoção, voluntária ou legislada, por parte dos produtores, de alternativas aos TFA, pode evitar milhares de eventos coronários no mundo inteiro (Mozaffarian e Willett, 2007).

1.2.4 Redução do consumo de TFA

1.2.4.1 Políticas e legislação

A complexidade relacionada com a redução dos ácidos gordos *trans* e a sua substituição exige o envolvimento de todos os setores, desde o governo, a indústria, académicos e profissionais de saúde e comunicação social.

De facto, a recomendação feita pelas entidades mundiais, como a WHO e a FAO (Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas), é que a ingestão de TFA não deverá ultrapassar 1% do valor calórico da dieta, equivalente a um máximo de cerca de 2 gramas por dia (WHO, 2003; FAO, 2010). Contudo, as estratégias aplicadas para essa redução pelos vários países têm sido diferentes nos últimos anos (Figura 7).



Figura 7. Medidas implementadas em todo o mundo com o objetivo de reduzir o consumo de TFA entre 2005 e 2012. (Adaptado de Downs *et al.*, 2013)

Alguns países optaram pela restrição total das gorduras com TFA na sua composição, outros pela declaração obrigatória do seu teor na rotulagem nutricional,

enquanto outros apenas emitiram recomendações para a sua redução direcionadas aos industriais. A Tabela 3 detalha as medidas tomadas por alguns países.

Os resultados observados têm sido muito diferentes, mas somente nos países com total restrição se verificou uma redução generalizada do consumo de TFA pela população. A Dinamarca, enquanto primeiro país a introduzir leis que regulam rigorosamente a venda de alimentos contendo TFA (Astrup, 2006; Leth *et al.*, 2006), é um exemplo de sucesso. Nos resultados adquiridos pelo estudo desenvolvido por Stender e outros autores (2006), verificou-se que a quantidade de isómeros *trans* é significativamente menor em produtos fabricados após a implementação da legislação em 2003, como referido na Tabela 3. Assim, a legislação dinamarquesa pode ser considerada uma ótima intervenção por garantir proteção à população, sem causar qualquer efeito na disponibilidade, preço e qualidade do alimento (Astrup, 2006; Mozaffarian e Willett, 2007; Duhem, 2009). Contudo, colocou-se o ónus do esforço na indústria, que se viu obrigada a alterar rapidamente o processo de fabrico dos óleos e gorduras.

Tabela 3. Estratégias aplicadas em diversos países para a redução do consumo de ácidos gordos *trans*. (Adaptado de L'Abbe *et al.*, 2009, Duhem, 2009 e Downs *et al.*, 2013)

| País | Estratégia |
|---|---|
| Dinamarca (2003), Suiça (2008) e Islândia (2010) | Restrições obrigatórias – máximo de 2% de TFA nos óleos e gorduras; Rotulagem voluntária. |
| Holanda | 1995-1996: Eliminação voluntária dos TFA nas margarinas, por parte da indústria. 2004: Campanha para reduzir os TFA e gordura saturada usados na fritura nos restaurantes. |
| Estados Unidos da América | 2005: Orientações para a indústria diminuir o conteúdo de TFA e para o consumidor reduzir o seu consumo. 2006: Rotulagem obrigatória da quantidade de TFA por dose, se igual ou superior a 0,5 g. 2013: FDA anuncia provável implementação de restrição total aos TFA industriais. |
| Canadá | 2005: Rotulagem obrigatória do conteúdo em TFA por dose. 2007: Adoção de limites para o conteúdo em ácidos gordos <i>trans</i> (inferior a 2% da gordura total em óleos e margarinas e inferior a 5% nos alimentos produzidos industrialmente e nos restaurantes) com o máximo de dois anos para cumprir, através de um programa de monitorização; caso contrário, seria introduzida legislação. |
| Argentina, Brasil, Paraguai, Uruguai | 2007: Rotulagem nutricional obrigatória com informação acerca do conteúdo em TFA. Sem restrição nos teores. |
| Coreia | 2007: Rotulagem nutricional obrigatória do conteúdo de TFA por dose, com adoção de rótulos “zero- <i>trans</i> fat” para alimentos que contenham menos de 0,5 g de TFA e “non- <i>trans</i> fat” para alimentos com menos de 0,2 g. |

Nos países em que apenas ocorreu imposição da rotulagem obrigatória, como é o caso do Canadá (país pioneiro a implementar essa medida) ou do Brasil (L'Abbe *et al.*, 2009; Oviedo, 2010; Uauy *et al.*, 2009), verificou-se que, apesar da declaração dos teores de ácidos gordos *trans* na rotulagem, por vezes em valores alarmantes, e da FDA ter emitido um documento onde fornece informações sobre a rotulagem dos TFA (Moss, 2006), o consumidor não está preparado para interpretar esse tipo de informação e fazer escolhas sensatas. Note-se que os rótulos devem ser um espaço para fornecer ao consumidor informação clara, legível e fidedigna. No Brasil e nos EUA têm sido realizados diversos estudos de mercado apontando para as várias formas de designar a mesma gordura hidrogenada na lista de ingredientes e para a informação por vezes enganosa dos rótulos nutricionais referente à quantidade de TFA no alimento. Esta pode ser designada como “zero-*trans* fat” ou “TFA free” mas isso não significa sempre que um alimento é completamente livre de TFA. Por lei, esses alimentos podem conter pequenas quantidades de TFA por porção (até 0,5 g), podendo ocorrer um consumo considerável desta gordura pelo aumento da dose recomendada e associação a outros produtos com TFA na dieta diária (FDA, 2003; Remig *et al.*, 2010; Hissanaga *et al.*, 2012).

Por último, e por ser mais frequente, a redução voluntária por parte da indústria tem gerado resultados diversos: se algumas empresas efetivamente cumpriram esse compromisso, outras continuam ainda a produzir gorduras com elevados teores de TFA (acima de 2%) criando injustiças do ponto de vista económico entre empresas do mesmo setor e injustiças do ponto de vista social e de saúde pública com apenas alguns consumidores a beneficiarem desta medida (Stender *et al.*, 2012). A Associação Industrial de Margarina da Dinamarca, aquando da implementação da lei em 2003, exigiu que fosse aplicada em toda a União Europeia para não haver competição desleal. No entanto, tal não se verificou, uma vez que a indústria alimentar se opôs, afirmando que iria criar barreiras ao comércio (Astrup, 2006; L'Abbe *et al.*, 2009; Oviedo, 2010). Desta forma, a população europeia beneficia somente com a redução voluntária dos TFA por parte das indústrias, assim como da rotulagem nutricional voluntária da quantidade de TFA, a não ser que seja feita alguma alegação nutricional (Duhem, 2009). Contudo, a recente legislação relativa à rotulagem nutricional (Regulamento Nº1169/2011), a implementar a partir de 13 de dezembro de 2014, constitui um retrocesso nesta matéria pois apesar de passar a ser obrigatória a rotulagem nutricional em todos os produtos embalados, no que respeita aos lípidos apenas deverá incluir o teor de lípidos total e os SFA, podendo voluntariamente incluir-se os MUFA e os PUFA. Quanto aos TFA, este regulamento apenas obriga à apresentação de um relatório do teor em TFA nos alimentos de cada estado membro, com vista a retificar o nível de ingestão e o impacto das medidas em curso em alguns países

para analisar as medidas apropriadas neste campo que, eventualmente, poderão levar a propostas legislativas (Parlamento Europeu, 2014).

Nos países da América Latina e das Caraíbas, a indústria alimentar também se comprometeu a eliminar voluntariamente os TFA produzidos industrialmente. Todavia, também aí os esforços voluntários parecem não garantir essa diminuição de forma equitativa (Monge-Rojas *et al.*, 2011).

1.2.4.2 Recomendações dietéticas de TFA e SFA

As organizações profissionais de saúde de todo o mundo têm vindo a recomendar a diminuição do consumo de alimentos ricos tanto em TFA como em SFA devido às consequências para a saúde humana. Estas organizações são consistentes recomendando um limite máximo de 10% do total de energia consumida de SFA e a redução máxima da ingestão de TFA, conforme detalhado na Tabela 4 (FAO, 2010).

Tabela 4. Orientações/Legislação das entidades mundiais sobre o consumo de SFA e de TFA. (Adaptado de FAO, 2010 e Regulamento (UE) Nº1169/2011)

| Organização | SFA | TFA |
|---|--|---------------------|
| American Heart Association | < 7% Energia | < 1% Energia |
| Health and Human Services/U.S. Department of Agriculture | < 10% Energia | Mais baixo possível |
| Institute of Medicine of the National Academy of Sciences | Mais baixo possível | Mais baixo possível |
| Health Council of The Netherlands | Mais baixo possível | Mais baixo possível |
| Health Canada | < 10% Energia | – |
| Ministry of Agriculture, U.K | < 10% Energia | < 2% Energia |
| Áustria, Alemanha, Suíça | < 10% Energia | – |
| Japão | 6%-8% Energia | – |
| WHO/FAO | < 10% Energia; < 7% energia para grupos de risco elevado | < 1% Energia |
| União Europeia | < 9% Energia | – |

Estas recomendações são fundamentais para a indústria alimentar mundial perceber que necessita de encontrar alternativas e modificar o processo de fabricação o mais rápido possível para diminuir ou eliminar os TFA dos produtos alimentares. Conforme referido, na UE ainda não existem recomendações relativas aos TFA. Espera-se que no final de dezembro de 2014, limite imposto para que cada país reporte dados internos, saiam orientações neste sentido.

1.2.4.3 Estratégias industriais para reduzir os TFA em alimentos processados

A indústria alimentar tem vindo a desenvolver estratégias para a redução dos TFA nos alimentos. O objetivo será utilizar metodologias alternativas à hidrogenação para obter gorduras com a mesma aplicabilidade industrial mantendo as características estruturais e sensoriais dos produtos sem o aumento de custos. Têm também como desafio na substituição dos TFA manter os níveis relativamente baixos de SFA e cumprir a legislação. Essas estratégias passam, por exemplo, por reformular o alimento, por alterar o processo de hidrogenação, tornando-o mais eficiente, por utilizar técnicas alternativas como a interesterificação, recorrer a outras fontes de óleos e gorduras ou às suas frações que não necessitem de ser alterados quimicamente, etc. (Dijkstra, 2006; Tarrago-Trani *et al.*, 2006; Napolitano e Giuffrida, 2009; O'Brien, 2009b; Dhaka *et al.*, 2011; Menaa *et al.*, 2013). Estas alternativas são frequentemente utilizadas em conjunto para obter maior eficiência nos resultados. As vantagens e limitações de cada alternativa são diversas (ver Tabela 5) e caberá a cada indústria escolher a opção que melhor se adapta ao seu produto, do ponto de vista económico e sensorial. É possível produzir gorduras com teor em TFA inferior a 0,5%, conforme comprovam as principais indústrias produtoras de matérias gordas em Portugal (FIPA, 2005). A Kraft Foods, Nestlé, PepsiCo, Unilever, Mc Donald's e Burger King são alguns exemplos de empresas que já adotaram medidas inovadoras para reduzir os TFA (Remig *et al.*, 2010; Parlamento Europeu, 2014), com sucesso.

De salientar, contudo, que a opção mais comum parece ser a substituição direta por gorduras saturadas, sejam naturais (frações dos óleos de palma ou de coco) ou por industriais (hidrogenação total). Qualquer um dos casos não representa um grande avanço do ponto de vista de saúde dos consumidores, dados os problemas já conhecidos deste tipo de gordura.

Alteração do processo de hidrogenação

Relativamente à modificação do processo de hidrogenação, conforme foi detalhado nas páginas 18 e 19, ao alterar os parâmetros e condições do processo, como a pressão, a temperatura e/ou o catalisador, é possível aumentar o grau de hidrogenação obtendo gorduras com baixas percentagens de TFA e com propriedades diferentes (ponto de fusão e quantidade de gordura sólida) (Tarrago-Trani *et al.*, 2006; Dhaka *et al.*, 2011). Dijkstra (2006; 2012) refere que temperaturas baixas e a utilização de novos catalisadores (de cobre e metais preciosos) durante a hidrogenação podem diminuir significativamente o teor de TFA. No entanto, estas gorduras têm quantidades elevadas de SFA, como se verifica na Figura 8. Esta ilustra que através da hidrogenação progressiva do óleo de soja o teor de

TFA aumenta até um máximo e depois diminui, praticamente, a zero. Inicialmente o nível correspondente de SFA aumenta gradualmente até o teor de TFA atingir o máximo e, em seguida, aumenta rapidamente (Hunter, 2006).

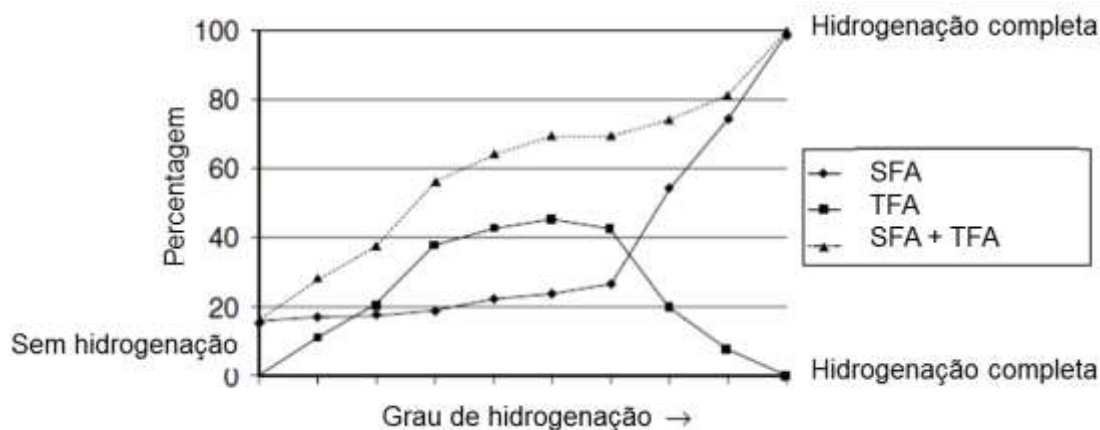


Figura 8. Alterações das quantidades de TFA e SFA formados durante a hidrogenação progressiva de óleo de soja. (Adaptado de Hunter, 2006)

Interestificação

O processo de interesterificação modifica as propriedades físicas da gordura pela alteração do ponto de fusão e em alguns casos pela modificação do comportamento de cristalização, produzindo gorduras com baixas concentrações de TFA. Atualmente, este processo é aplicado na formulação de margarinas, matérias gordas para barrar e “shortenings”, bem como na produção de lípidos estruturais com funcionalidades diversas (Dhaka *et al.*, 2011).

Existem dois tipos de interesterificação: a química e a enzimática. Na primeira, o processo é relativamente aleatório, sendo que a composição em ácidos gordos pode ser controlada pelas quantidades relativas de cada matéria-prima. Esta interesterificação é a mais económica e favorece as características funcionais da gordura, como a estabilidade durante e após o processamento da gordura, compatibilidade da base de gordura com o produto para o qual ela é destinada, plasticidade, capacidade para barrar, formação de creme e propriedades de aeração. Já na interesterificação enzimática, são utilizadas lipases regioespecíficas de origem microbiana como catalisadores da reação que têm a capacidade para interagirem com ligações específicas dos triglicerídeos. Apesar disto, as limitações deste processo incluem maior tempo de reação, maior sensibilidade às condições de reação e maior custo. Contudo, também é de ter em atenção que é um processo onde existe um maior controlo da reação e que não tem resíduos de catalisadores como o anterior, com

forte carga poluente ambiental (Xu *et al.*, 2006; Hunter, 2006; Tarrago-Trani *et al.*, 2006; O'Brien, 2009b; Menna *et al.*, 2013).

Fracionamento/Óleos e gorduras tropicais

O óleo de palma, de palmiste e o óleo de coco são gorduras vegetais essencialmente saturadas (com 50% ou mais de SFA na sua composição) utilizadas pela indústria durante vários anos devido à sua funcionalidade em vários produtos. No entanto, a sua associação com as DCV fez com que a indústria os substituísse por gorduras hidrogenadas. Não deixa de ser irónico voltarem a ser considerados como candidatos para substituir as gorduras hidrogenadas (McNamara, 2010).

As frações ricas em TG sólidos à temperatura ambiente são geralmente obtidas através da redução gradual da temperatura de modo que a fração com mais SFA solidifica e a fração com mais ácidos gordos insaturados permanece líquida. O fração sólida cristalizada é então separada fisicamente por meio de métodos físicos (filtração ou prensagem) da fração líquida, obtendo-se gorduras adequadas para inúmeras aplicações. As gorduras provenientes das frações sólidas podem ser, por exemplo, incorporadas em margarinas e “shortenings” (Hunter, 2006; FAO, 2010), sendo, contudo, muito ricas em SFA.

Óleos e sementes geneticamente modificados

As técnicas de reprodução avançada, como o uso de marcadores moleculares no DNA, melhoria dos métodos de cultura de tecidos e a aplicação de genómica e proteómica, bem como a engenharia genética (como mutações, hibridações e regulação da expressão genética) permitem controlar as concentrações de SFA (aumentando, por exemplo, o ácido oleico e diminuindo o ácido linoleico) produzindo gorduras com diferentes características e sem TFA (Napolitano e Giuffrida, 2009). No primeiro caso, selecionam-se mutantes que permitem obter quantidades mais elevadas de óleo e uma composição em ácidos gordos modificada. Já as ferramentas biológicas de genética são uma forma mais direta de modificar o perfil em ácidos gordos, sendo que as sementes mutantes resultantes apresentam a composição pretendida (Tarrago-Trani *et al.*, 2006). Estas técnicas produzem sementes com uma composição em ácidos gordos naturalmente modificada, aumentando a qualidade dos óleos edíveis, isto é, o valor nutritivo, oxidativo, térmico, e estabilidade ambiental (Murphy, 2006).

As tecnologias genéticas para melhorar as plantas são capazes de fornecer uma ampla gama de perfis lipídicos alterados em óleos vegetais que podem, potencialmente, satisfazer as exigências de que indústria alimentar tem sido alvo. Dessa forma, a modificação genética da composição das sementes oleaginosas representa a estratégia

mais promissora para aumentar, a longo prazo, o fornecimento de oleaginosas de alta qualidade, contendo baixas concentrações de SFA e de TFA (Menna *et al.*, 2013).

Tabela 5. Alternativas à gordura parcialmente hidrogenada. (Adaptado de Eckel *et al.*, 2007 e Menna *et al.*, 2013)

| | | |
|---|------------|---|
| Reformulação do alimento Substituição da gordura; utilização de MUFA <i>cis</i> (por exemplo o ácido oleico) em vez de TFA e SFA. | Vantagens | Estabilidade relativamente alta durante o armazenamento e o processo de fritura. |
| | Limitações | Redução da intensidade aromática; Pode ocorrer solidificação prematura da gordura durante a produção ou consumo. |
| Alteração do processo de hidrogenação Aumentar a pressão/diminuir a temperatura/mudar o catalisador = gorduras parcialmente hidrogenadas com menor conteúdo em TFA. | Vantagens | Redução seletiva do conteúdo em ácidos gordos <i>trans</i> . |
| | Limitações | Menor viabilidade comercial. |
| Interesterificação Mistura de gorduras ricas em SFA com óleos, produzindo gordura com características intermédias. Ocorre rearranjo/redistribuição dos ácidos gordos, por tratamento com um excesso de glicerol na presença de um catalisador enzimático ou químico, a temperaturas relativamente baixas, produzindo gorduras com diferentes características físicas. | Vantagens | Não afeta o grau de saturação nem causa isomerização da ligação dupla do ácido gordo; Não modifica a composição em ácidos gordos da matéria-prima inicial, apenas rearranja os ácidos gordos na molécula de glicerol. |
| | Limitações | Custos do catalisador enzimático; Não se conhece exatamente os efeitos na saúde. |
| Fracionamento/Óleos e gorduras tropicais Uso de óleos provenientes de plantas tropicais (óleo de palma, óleo de palmiste, óleo de coco)/Isolamento de frações com diferentes pontos de fusão, de acordo com os vários tipos de aplicações pretendidos. | Vantagens | Funcionalidade; Custos menores; Abundância; Experiência de uso; Versatilidade. |
| | Limitações | Efeitos negativos a nível cardiovascular associados ao elevado conteúdo em SFA. |
| Óleos e sementes geneticamente modificados Novas variedades de sementes que produzem óleos mais estáveis sem necessitar de hidrogenação. | Vantagens | Novas variedades. |
| | Limitações | Custos geralmente mais elevados; Incertezas sobre a disponibilidade e efeitos na saúde. |

1.2.4.4 Educação do consumidor

Fornecer informações aos consumidores sobre os efeitos dos TFA na saúde e como identificar alimentos que os contenham na sua composição devem ser medidas prioritárias a desenvolver pelos órgãos governamentais e de saúde de cada país. Estas informações

devem ser destinadas tanto a consumidores individuais como a trabalhadores de serviços de alimentação (Mozaffarian e Willett, 2007; Remig *et al.*, 2010).

A inclusão de informações sobre os TFA nos rótulos alimentares tem como objetivo ajudar os consumidores a identificar os alimentos que os contêm. Todavia, conforme abordado previamente, esta alternativa não está disponível em alguns países, nomeadamente na UE (Regulamento N°1169/2011). Ainda assim, é obrigatória a indicação do tipo de gordura utilizada na lista de ingredientes. A identificação por parte dos consumidores das matérias-primas potencialmente fornecedoras de TFA é assim uma alternativa. No entanto, verifica-se que existem várias denominações na lista de ingredientes para as gordura hidrogenadas, não se podendo considerar a rotulagem clara e fidedigna. Para além disso, nem todos os consumidores lêem os rótulos dos alimentos e dos que o fazem, muitos não os interpretam corretamente quando realizam as suas escolhas alimentares (Hissanaga *et al.*, 2012; Silveira *et al.*, 2013). Por isso, fica evidente a necessidade do desenvolvimento de políticas públicas na área da educação e comunicação, visando auxiliar a população no entendimento das informações dos rótulos dos produtos alimentares (Mozaffarian e Willett, 2007).

Na Dinamarca, a pressão exercida pelo Conselho de Nutrição sobre as entidades políticas e indústrias, através de campanhas produzidas pelos meios de comunicação a alertar os consumidores para os efeitos dos TFA, fez com que a legislação fosse aplicada a todos os alimentos com isómeros *trans* produzidos industrialmente (Astrup, 2006). Do mesmo modo, nos Países Baixos, os meios de comunicação tiveram um papel fundamental na diminuição do consumo de TFA ao divulgarem os seus malefícios na saúde (Corrêa e Ramos, 2008).

1.2.4.5 Panorama português

Em Portugal não existe legislação relativa à quantidade de ácidos gordos *trans* nos alimentos, nem a obrigatoriedade da sua inclusão na rotulagem nutricional. Assim, Portugal tem contado apenas com os fabricantes das matérias gordas para reduzirem voluntariamente as quantidades de TFA (FIPA, 2005). Até à entrada em vigor do Regulamento N°1169/2011, ainda se podia incluir voluntariamente o teor em TFA, desde que se inclui-se as outras classes lipídicas, mas com o presente regulamento deixou de ser possível a sua inclusão.

Esclareça-se contudo que, comparativamente a outros países como os EUA ou países nórdicos, os teores em TFA nos alimentos consumidos em Portugal nunca foram tão alarmantes. No estudo TRANSFAIR, Portugal encontrava-se entre os países com menor teor de TFA na sua dieta, com base na análise de 100 alimentos selecionados (Amaral *et*

al., 1998; Hulshof *et al.*, 1999). No que respeita às matérias gordas para barrar, área onde a indústria portuguesa se empenhou ativamente, verificou-se uma clara redução. Num mesmo conjunto de marcas comerciais (n=8) avaliadas em 1992 e posteriormente em 1998, os teores de TFA reduziram de 0,45-14,2% (média 7,04%) para 0,24-8,97% (média 2,23%) (Oliveira e Ferreira, 1993; Torres *et al.*, 2000). Relativamente aos teores nouro tipo de alimentos, os dados atuais são muito dispersos e escassos.

Com a abertura das fronteiras nacionais à entrada de matérias-primas e produtos alimentares de diversos países, bem como a alteração dos hábitos alimentares verificada nas últimas duas décadas pode ter alterado este panorama, conforme têm vindo a demonstrar estudos pontuais em determinados alimentos (Stender *et al.*, 2006). Assim, ao invés do verificado noutros países, a ingestão de TFA em Portugal pode estar a aumentar. É essencial verificar qual a situação atual dos alimentos consumidos em Portugal para identificar a potencial origem do seu consumo e tomar medidas adequadas no sentido da sua redução. Só assim se poderá optar pelas medidas mais adequadas, nomeadamente a pertinência de se optar por restrições legais ou se a incidência de produtos não conformes é baixa, podendo optar-se por uma maior informação/comprometimento dos industriais, para a sua redução nos alimentos processados, e do consumidor, para entender a necessidade de os evitar.

1.3 Métodos Analíticos para Quantificação dos Ácidos Gordos *Trans* nos Alimentos

Existem dois métodos oficiais para quantificar os TFA em produtos alimentares: a espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) e a cromatografia gasosa (GC). Estes métodos são aceites pela *American Oil Chemists' Society* (AOCS) e pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) (Dhaka *et al.*, 2011). Os métodos baseados em espectroscopia de infravermelho são rápidos e fáceis de aplicar, no entanto, só estimam a percentagem da quantidade total de TFA numa amostra, sem qualquer detalhe sobre a natureza dos isómeros *trans* (como o comprimento da cadeia, o número ou posição das ligações duplas *trans*), e podem apresentar erros na quantificação, enquanto que a cromatografia gasosa garante a separação e a quantificação dos diferentes isómeros, indicando o número de insaturações e as suas posições. Em contrapartida, as análises de infravermelhos não necessitam que a amostra seja derivatizada ou dissolvida nos solventes antes da análise, ao passo que as análises por GC só podem ser efetuadas após extração

da gordura e conversão dos ácidos gordos nos seus ésteres melíticos (FAME) (Ledoux *et al.*, 2000).

1.3.1 Espetroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

O espetrómetro FTIR consiste numa fonte de radiação infravermelha contínua que emite luz a partir de um interferómetro com alta temperatura, que resiste ao aquecimento prolongado e exposição ao ar, e num detetor. O interferómetro permite a deteção simultânea de todos os componentes da amostra com comprimentos de onda na região média dos infravermelhos ($4000\text{-}600\text{ cm}^{-1}$). As alterações na energia que atinge o detetor em função do tempo dão origem a um espectro de infravermelho, um interferograma. Quando o interferograma é convertido para frequência através da transformação do matemático Fourier, obtém-se um espectro de feixe único que fornece informação sobre o perfil da amostra testada (Mossoba *et al.*, 2003).

A instrumentação FTIR é caracterizada por uma série de vantagens em relação a outros métodos de dispersão, como a melhoria da relação sinal/ruído, alta precisão na calibração do comprimento de onda (fornecida por um laser interno de referência), melhoria na produção de luz e velocidade de análise, rápida aquisição de dados, operações automatizadas e capacidades de computação com processamento de dados eficaz, e rotinas de manipulação quantitativa (Juanéda *et al.*, 2007).

A determinação dos TFA utilizando esta técnica baseia-se na deformação da banda de C-H observada na região de 966 cm^{-1} , onde ocorre absorção das insaturações que possuem hidrogénio na configuração *trans*. Esta metodologia de infravermelhos é extremamente útil para a determinação precisa de ligações *trans* isoladas em ácidos gordos de cadeia longa, naturais ou processados, ésteres metílicos e triglicerídeos. No entanto, as amostras com quantidades baixas de *trans* (menos do que 15%) e que contenham ácidos gordos livres, devem ser primeiramente esterificadas porque, caso contrário, a banda que surge próxima dos 935 cm^{-1} interfere com a determinação da banda *trans* em 966 cm^{-1} , provocando elevadas variações na quantidade dos TFA, principalmente em produtos lácteos (Ledoux *et al.*, 2000; Mossoba *et al.*, 2003; EFSA, 2004).

A técnica de FTIR foi introduzida com sucesso para a determinação de TFA em óleos e gorduras e tem sido amplamente utilizada pela indústria alimentar devido ao rápido fornecimento dos resultados. Contudo, só são aplicáveis aos produtos alimentares que contenham mais de 5% de TFA no total de gordura (Mossoba *et al.*, 2003).

1.3.2 Cromatografia Gasosa

A técnica de GC tem sido o método mais utilizado para analisar os ácidos gordos, seguindo normalmente três etapas: a extração lipídica a partir da matriz alimentar ou tecido complexo com recurso a solventes orgânicos, seguindo-se a conversão total dos lípidos em FAME (a transesterificação), e, finalmente, estes são então separados por cromatografia gasosa (EFSA, 2004).

1.3.2.1 **Extração dos lípidos**

Os lípidos podem estar livres ou associados a outras moléculas, por interações van der Waals, ligações eletrostáticas, de hidrogénio ou covalentes. Assim, para separar e isolar lípidos de uma matriz complexa são necessários diferentes tratamentos químicos/físicos, em que a propriedade utilizada é normalmente a insolubilidade em água e solubilidade em solventes orgânicos (O'Keefe, 2002).

O principal objetivo é garantir que os lípidos são quantitativamente extraídos e permanecem inalterados, evitando, ou pelo menos minimizando, a auto-oxidação ou oxidação enzimática dos PUFA, para que a composição de ácidos gordos reflita com precisão a composição natural da amostra representativa. São várias as opções disponíveis para extrair a gordura de diferentes matrizes, devendo-se escolher de acordo com a natureza da matriz alimentar e dos componentes lipídicos (Aldai *et al.*, 2013).

Os lípidos são extraídos com recurso a métodos que normalmente utilizam solventes orgânicos, como o método gravimétrico em que usam apenas um solvente orgânico, sendo a extração por *Soxhlet* a técnica mais utilizada do método gravimétrico para extrair gorduras de matrizes alimentares. Geralmente, a maioria das extrações lipídicas utilizam uma mistura de solventes orgânicos, já que se verifica uma extração mais exaustiva do que apenas com um solvente e recorrem a condições mais medianas (não são necessárias elevadas temperaturas). São exemplos a técnica de *Folch* e a técnica de *Bligh e Dyer* para extrair os lípidos de origem animal, vegetal e de tecido bacteriano, ambos utilizando proporções pré-estabelecidas de clorofórmio/metanol/água. Para produtos lácteos contendo ácidos gordos de cadeia curta, solúveis em água, foi desenvolvida uma extração alternativa com isopropanol e hexano. Também são usuais extrações sem recurso a solventes orgânicos como o uso de dióxido de carbono supercrítico, no entanto, estas requerem equipamento dispendioso (Shahidi e Wanasundara, 2002; EFSA, 2004; Ruiz-Rodriguez, 2010). Têm ainda sido desenvolvidos novos métodos como extração acelerada com solvente e extração com *Soxhlet* assistida com micro-ondas, entre outras (Ruiz-Rodriguez, 2010), bem como

extração clássica em quantidades reduzidas (microextração) recorrendo a solvente menos poluentes (Cruz *et al.* 2013).

1.3.2.2 Hidrólise dos triglicerídeos e derivatização dos ácidos gordos

Para analisar os ácidos gordos por GC é necessário separá-los e convertê-los nos seus ésteres metílicos. Deste modo, os ácidos gordos (com elevada polaridade) ao serem derivados nos FAME correspondentes (são apolares) sofrem menor adsorção ao suporte cromatográfico, bem como dimerização na fase gasosa, consequentemente reduzindo-se a assimetria de picos e/ou o aparecimento de picos “fantasma” e melhorando a forma do pico e a resolução (Ruiz-Rodriguez *et al.*, 2010). Além disso, estes ésteres são mais voláteis que os ácidos gordos que lhes deram origem e, portanto, mais adequados para a análise de GC, têm pontos de ebulição inferiores aos dos ácidos gordos livres e são mais solúveis em solventes orgânicos (Casal e Oliveira, 2010).

A transesterificação (reação de hidrólise e esterificação simultânea dos ácidos gordos) é realizada na presença de metanol e de um catalisador forte, ácido ou base, dando origem a uma mistura de FAME e glicerol (Figura 9) (Casal e Oliveira, 2010).

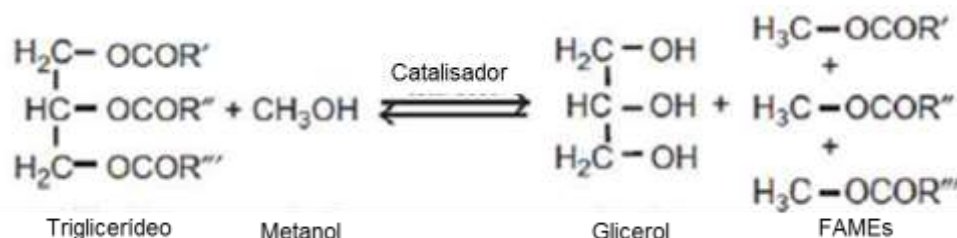


Figura 9. Transesterificação de triglicerídeos. (Adaptado de Casal e Oliveira, 2010)

Geralmente, os catalisadores ácidos utilizados nas análises de amostras de gordura ou óleo são o ácido clorídrico, o ácido sulfúrico, o trifluoreto de boro (BF₃) e o cloreto de acetilo. Contudo, a derivatização ácida parece induzir ela própria a isomerização *cis/trans*, o que deverá ser cuidadosamente verificado neste caso (Casal e Oliveira, 2010). Em amostras de óleos puros, como óleos vegetais refinados, os catalisadores básicos são recomendados pela simplicidade e rapidez com que a reação ocorre. São exemplos o hidróxido de potássio, o hidróxido de sódio e o metóxido de sódio, sendo este último o mais utilizado (Ratnayake e Cruz-Hernandez, 2009; Ruiz-Rodriguez *et al.*, 2010).

1.3.2.3 Separação por cromatografia gasosa

A cromatografia gasosa é uma técnica na qual os FAME passam através de uma coluna aquecida revista com um filme de fase estacionária adequado à sua separação, transportados pelo gás que constitui a fase móvel. A separação é baseada no comprimento da cadeia, grau de saturação, na geometria e posição das ligações duplas e nas características da coluna cromatográfica utilizada (McDonald e Mossoba, 2002; Mossoba *et al.*, 2003). Estas colunas capilares devem ser longas, conter fases estacionárias altamente polares para que a separação de isómeros geométricos e posicionais dos ácidos gordos seja conseguida de forma eficaz (EFSA, 2004). Para isso, quanto maior for o comprimento da coluna (100 e 120 m) maior é a resolução de isómeros e nas colunas mais usuais, o isómero *trans* elui sempre antes do respetivo isómero *cis* (Juanéda *et al.*, 2007; Ruiz-Rodriguez *et al.*, 2010). No que diz respeito à análise de alimentos, estas colunas polares são cada vez mais utilizadas, já que oferecem simultaneamente informação sobre os vários ácidos gordos importantes do ponto de vista nutricional, ou seja, SFA, MUFA, PUFA e TFA (Casal e Oliveira, 2010).

A eficiência da eluição está também inversamente relacionada com a densidade do gás. Assim, tanto o hidrogénio como o hélio são eficientes na separação de ácidos gordos. A utilização de hidrogénio como gás transportador é recomendado pois este reduz o tempo de execução, permite melhor separação e picos mais nítidos e é mais barato, no entanto, acarreta risco de explosão. Já o hélio, apesar do seu custo elevado, é muito mais seguro e permite a análise na maioria das situações (Ratnayake e Cruz-Hernandez, 2009; Casal e Oliveira, 2010; Aldai *et al.*, 2013).

Outro parâmetro a ter em consideração é a quantidade de amostra injetada, sendo fundamental para a obtenção de resultados reprodutíveis. A injeção insuficiente de amostra causará subestimação, particularmente dos componentes secundários, enquanto que uma quantidade elevada provocará má resolução (Aldai *et al.*, 2013). Desse modo, o injetor mais frequentemente utilizado é o “split–splitless”, a deteção ocorre maioritariamente por ionização de chama (FID), cujo princípio é a ionização de compostos orgânicos que emergem da coluna, queimando-os numa mistura de hidrogénio e ar (Ratnayake e Cruz-Hernandez, 2009).

Para uma determinação precisa e completa de todo o perfil de ácidos gordos em amostras complexas, incluindo os isómeros posicionais *cis* e *trans*, os FAME necessitam de ser fracionados antes de serem analisados por GC. Para isso, a técnica de GC pode estar associada a outras técnicas cromatográficas como: AgNO₃-TLC (cromatografia de camada fina com nitrato de prata) e Ag⁺-HPLC (cromatografia líquida de alta eficiência com iões de prata). A escolha do método a utilizar vai depender de diversos parâmetros, tais como a

matriz estudada, a composição de ácidos gordos, entre outros (Juanéda *et al.*, 2007). A cromatografia envolvendo iões de prata separa os FAME com base no número, na configuração e nas posições das ligações duplas. Esta separação é baseada primariamente na capacidade das ligações duplas de carbono-carbono formarem complexos com o Ag^+ . Como os SFA não têm ligações duplas de carbono-carbono, são menos retidos que os insaturados. Dentro destes, os que têm mais insaturações são mais retidos que os menos insaturados. Por outro lado, os isómeros *cis* formam um complexo mais forte que os *trans*, pelo que são retidos mais fortemente. Além disso, os PUFA cujas ligações duplas são separadas por mais de duas unidades de metileno (não conjugadas) são também mais fortemente retidos que os PUFA correspondentes, cujas ligações duplas são separadas por uma unidade CH_2 (conjugados) (Ledoux *et al.*, 2000).

1.3.2.4 Análise Qualitativa

A identificação dos picos no cromatograma pode ser feita através da comparação dos tempos de retenção dos ácidos gordos com os de padrões comerciais, que devem ir desde o C4 ao C24 e incluir quer os saturados quer os insaturados, mas apenas pode ser realizada para matrizes com perfil conhecido, dado que pode haver sobreposição de compostos (Zamora e Hidalgo, 2004). A utilização do GC-MS (cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massa) poderá completar a identificação pela informação relativa à massa molecular do composto mas não garante a sua identidade dado a possibilidade de existirem múltiplos isómeros com a mesma massa molecular (Juanéda *et al.*, 2007).

1.3.2.5 Análise Quantitativa

Na maioria das análises cada FAME pode ser expresso em percentagem de massa da totalidade dos FAME representados no cromatograma, pois as áreas dos picos são aproximadamente proporcionais às massas dos FAME que representam, o que permite que se considere que a percentagem de área de cada pico (como percentagem das áreas totais de todos os picos de FAME) é aproximadamente igual à percentagem de peso de cada FAME. No entanto, isto é apenas uma aproximação (Casal e Oliveira, 2010). Assim, em casos simples, a percentagem de peso é calculada da seguinte forma:

$$\%A = 100 \times \frac{\text{área do pico A}}{\text{soma das áreas de todos os picos}}$$

A normalização das áreas, embora forneça as concentrações relativas dos diferentes isómeros, só seria exata se todos os isómeros exibissem a mesma resposta no detetor, o que não acontece (McDonald e Mossoba, 2002). Da forma descrita, os FAME de cadeia longa são sobrestimados, enquanto os de cadeia curta são subestimados, já que não existe uma linearidade exata entre a resposta do detetor e a massa do ácido gordo, porque o carbono do carboxilo não é totalmente ionizado durante a combustão no detetor. Por isso, a resposta do detetor deve ser verificada com um padrão calibrado, correção esta que é especialmente importante em análises em que se encontram em estudo ácidos gordos altamente insaturados, altas quantidades de ácidos gordos de cadeia curta, ácidos gordos com pesos moleculares muito diferentes e ácidos gordos com grupos secundários (Casal e Oliveira, 2010).

Nestes casos, devem ser usados fatores de correção para converter áreas de picos em percentagens de massa, sendo então as percentagens das áreas multiplicadas por um fator de correção analítico. Esta correção não vai originar grandes diferenças nos ácidos gordos C14-C24, mas as diferenças nos ácidos gordos com cadeias de menor tamanho será significativa. Para calcular estes fatores, basta analisar uma mistura de referência de FAME nas mesmas condições cromatográficas das amostras (Mossoba *et al.*, 2003; Casal e Oliveira, 2010). A soma de todas as áreas cromatográficas, equivalente aos ácidos gordos, pode não corresponder à totalidade dos lípidos na amostra, dado que podem conter outras formas de ácidos gordos que não aparecem no cromatograma, tais como ácidos gordos polimerizados, ou outros componentes como esteróis, vitaminas lipossolúveis, etc., o que faz com que as proporções relativas não devam ser diretamente transpostas para os lípidos totais. Assim, deve ser usado um padrão interno, que permitirá a medição das quantidades absolutas de cada ácido gordo na gordura. O padrão interno deve ser um ácido que não esteja presente na mistura e deve ser adicionado à amostra da qual os lípidos vão ser extraídos, para que o rendimento da extração também seja contabilizado (Casal e Oliveira, 2010).

Capítulo 2

Materiais e Métodos

2.1 Reagentes

Para a extração lipídica das amostras utilizaram-se uma mistura ternária de solventes, 2-propanol, ciclohexano (ambos grau analítico da Carl Roth GmbH, Alemanha) e uma solução aquosa de cloreto de sódio (NaCl) com concentração de 0,9% (m/v) (Meck, Alemanha). Como padrão interno utilizou-se um TG (triundecanoína), preparado a 20 mg/mL em ciclohexano (TriC11 – Sigma-Aldrich, Espanha). Reagentes como o heptano, hidróxido de potássio (KOH) em metanol (2M e 0,5M), hidrogenofosfato de sódio (NaH_2PO_4) monoidratado, sulfato de sódio (Na_2SO_4) anidro, diclorometano e triflureto de boro (BF_3) a 14% em metanol, foram adquiridos a diversos fornecedores, e utilizados para a hidrólise dos TG e derivatização dos ácidos gordos.

Foram ainda usadas para separar os isómeros *cis/trans* colunas SPE (Discovery Ag-SCX, Supelco) com iões de prata, de 750 µg, adquiridas à Sigma-Aldrich (Alemanha), e como eluentes acetona e hexano de pureza cromatográfica da VWR (Alemanha).

Para identificar os ácidos gordos e calcular os fatores de conversão foram adquiridos padrões comerciais da Supelco (Sigma, EUA) e da Matreya (EUA), incluindo um material de referência (Supelco 37 FAME Mix, Traceselect, Sigma, Alemanha).

2.2 Equipamento

Todas as amostras foram homogeneizadas num processador de alimentos antes de iniciar a extração da gordura. Na separação de fases da extração lipídica foi utilizada uma centrifugadora (Heraeus, Sepatech, EUA) e recorreu-se à secura por um concentrador de amostras com corrente de azoto (Stuart, EUA) de forma a evaporar os solventes orgânicos. Também foi utilizada uma estufa (WTC Binder, Alemanha) para o processo de derivatização “a quente”, de modo a obter os FAME. A separação das frações por SPE foi realizada num sistema Visiprep da Sigma (EUA). A análise cromatográfica das amostras foi realizada através de uma coluna de FAME – CP-Select CB (50m x 0,25mm x 0,2µm; JW), num cromatógrafo gasoso da Chrompack (CP 9001, Holanda), com injetor automático.

2.3 Amostragem

2.3.1 Análise Documental Prévia

Devido à ausência de dados de consumo alimentar representativos em Portugal, não foi possível selecionar os alimentos a serem analisados de acordo com os seus padrões de ingestão e contribuição relativa ao consumo de gordura. Dessa forma, realizou-se uma revisão preliminar da literatura na área com o objetivo de identificar as potenciais categorias de alimentos com quantidades mais elevadas de TFA de origem industrial, como observado noutras pesquisas semelhantes (Hulshof *et al.*, 1999; Chiara *et al.*, 2003; Craig-Schmidt, 2006; Stender *et al.*, 2006; Baylin *et al.*, 2007; Griguol *et al.*, 2007; Ledoux *et al.*, 2007; Saunders *et al.*, 2008; Wagner *et al.*, 2008; Richter *et al.*, 2009; Fritsache *et al.*, 2010; Remig *et al.*, 2010; Cakmak *et al.*, 2011; Hissanaga *et al.*, 2012; Stender *et al.*, 2012; Roe *et al.*, 2013). Na generalidade as principais fontes de TFA reportadas nestes estudos incluem, por ordem de representatividade, as margarinas, produtos de panificação (incluindo bolos, bolachas, pão, etc.), seguidos das batatas fritas, pipocas, molhos, etc.

Assim, foram selecionados os seguintes grupos de alimentos:

- ✓ margarinas e gorduras,
- ✓ matérias gordas de chocolate para barrar,
- ✓ bolachas,
- ✓ produtos de pastelaria industrial e tradicional,
- ✓ pão e cereais,
- ✓ batatas fritas,
- ✓ caldos e temperos,
- ✓ sopas instantâneas,
- ✓ “snacks” de chocolate e sobremesas instantâneas,
- ✓ pipocas de micro-ondas,
- ✓ “fast food”.

2.3.2 Aquisição das Amostras

Com base nos grupos selecionados, e como resultado da visualização de rótulos de mais de mil produtos, foram compradas um total de 268 amostras entre outubro e dezembro de 2013. Com poucas exceções, as amostras foram selecionadas de acordo com a

informação "gordura parcialmente hidrogenada" ou "gordura hidrogenada" na lista de ingredientes. Para as categorias onde não havia amostras que indicassem estes tipos de gordura, selecionaram-se amostras com a indicação de gordura vegetal para controlo. Algumas amostras com informação limitada na lista de ingredientes, afirmando, por exemplo, apenas "margarina" também foram incluídas. Outras fontes de gordura encontradas na lista de ingredientes foram óleos vegetais, misturas de óleos e gorduras vegetais e manteiga. A maioria dos produtos eram de seis cadeias comerciais de supermercados com representação em todo o país, incluindo cadeias nacionais e internacionais, mas também foram consideradas amostras de produtos portugueses vendidos em lojas de comércio local. Para produtos com fabrico local, em particular pastelaria, foram adquiridas amostras de diversas áreas geográficas, de norte a sul de Portugal.

2.3.3 Catalogação das Amostras

As amostras foram codificadas com quatro dígitos por ordem de compra (1000-1268). De acordo com as informações do rótulo registou-se o tipo e quantidade de gordura (quando indicada), sendo codificadas para gordura hidrogenada (H), gordura parcialmente hidrogenada (PH), gordura vegetal (V), óleo vegetal (O), mistura de óleos e gorduras vegetais (O/V), margarina (M) e manteiga (B), pela ordem especificada na lista de ingredientes. A origem da fabricação da amostra (quando presente ou dedutiva) também foi registada, sendo divididas em Portuguesas (PT), fabricadas na União Europeia (UE) e outras. A dose alimentar recomendada pelo fabricante também foi tida em conta e aplicada a produtos similares dentro da mesma classe que não continham essa informação. Para alimentos individuais não rotulados (de pastelaria, "fast food", etc.), a massa global foi utilizada para a dose individual. Esta informação encontra-se resumida na Tabela 6.

Para facilitar a interpretação/discussão dos resultados, o tipo de amostra dentro de cada grupo foi simplificado. Por exemplo, na designação de "croissant" estão incluídos "croissants" simples, recheados e cobertos, ambos com creme ou chocolate. O "croissant" folhado é equivalente ao "croissant tipo francês". O grupo pastelaria inclui, para além de "croissants", uma enorme gama de itens de pastelaria tradicional em Portugal, sendo apenas classificados por "pastelaria com massa folhada" ou "pastelaria sem massa folhada". Além disso, no grupo das bolachas, não se efetuou distinção entre as bolachas recheadas e cobertas uma vez que continham o mesmo tipo de ingredientes, separando-se apenas em simples, folhadas, "wafers" e cobertas/recheadas.

Tabela 6. Catalogação dos alimentos analisados, indicando o número de amostras inseridas em cada grupo, o tipo de gordura rotulado e o país onde foram fabricados.

| Grupo | n | Tipo de gordura | | | | | | | | Origem | | |
|------------------------------------|------------|-----------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|----------|
| | | V | O/V | O | M | H | PH | B | D | PT | UE | Outro |
| Margarinas e Gorduras para barrar | 22 | 0 | 18 | 3 | 0 | 8 | 3 | 0 | 0 | 9 | 12 | 1 |
| Manteiga | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| Bolachas | 53 | 28 | 6 | 3 | 3 | 29 | 2 | 3 | 0 | 19 | 27 | 7 |
| Pastelaria | 120 | 19 | 10 | 4 | 1 | 16 | 9 | 4 | 81 | 96 | 24 | 0 |
| Pão e Cereais | 7 | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 |
| Batatas fritas | 25 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 12 | 13 | 0 |
| “Snacks” de chocolate e Sobremesas | 10 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 4 | 5 | 1 |
| Caldos e sopas instantâneos | 10 | 7 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 |
| Pipocas | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| “Fast food” | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 11 | 2 | 0 |
| Total | 268 | 79 | 34 | 11 | 4 | 66 | 19 | 11 | 101 | 154 | 105 | 9 |

V: gordura vegetal; O/V: óleo e gordura vegetal; O: óleo vegetal; M: margarina H: gordura hidrogenada; PH: gordura parcialmente hidrogenada; B: manteiga, do inglês “butter”; D: desconhecido; PT: Portugal; UE: União Europeia.

Todas as batatas pré-fritas foram adquiridas após fritura, incluindo, desta forma, tanto a gordura do fabricante como a do meio de fritura utilizado no restaurante, sendo a origem e a composição da mesma desconhecidas. Para os menus de “fast food”, as batatas fritas foram analisadas separadamente do hambúrguer e dos “nuggets”, sendo os resultados detalhados individualmente e como um menu completo.

2.3.4 Preparação da Amostra

Cada amostra foi cuidadosamente pesada para estimar a massa de unidade/dose. Após a homogeneização num processador de alimentos, uma parte representativa da amostra foi guardada em frascos codificados com o número da amostra. Os frascos contendo as amostras permaneceram armazenados em câmara frigorífica ($4 \pm 2^\circ\text{C}$), sendo analisados dentro de dois ou três dias.

A maioria das amostras foram analisadas conforme adquiridas, com exceção das pipocas de micro-ondas e das massas folhadas congeladas, que foram previamente preparadas de acordo com as instruções do fabricante.

2.4 Extração Lipídica

A gordura foi extraída com recurso a solventes orgânicos, uma mistura ternária de ciclohexano, 2-propanol e solução aquosa de NaCl (0,9%, m/v), permitindo uma separação rápida e limpa da fase lipídica, amplamente utilizado em vários tipos de alimentos pelo grupo de trabalho onde este estudo foi desenvolvido (Smedes, 1999; Cruz *et al.*, 2013; Santos *et al.*, 2015).

Resumidamente, foram pesados 500 mg de amostra homogeneizada para tubos de plástico, para se proceder à extração da gordura com 1,6 mL de 2-propanol e 2,0 mL de ciclohexano. A cada tubo adicionavam-se, também, 2 esferas de vidro e 200 µL da solução de padrão interno. Após agitação no vórtex, as amostras eram colocadas a macerar durante a noite em câmara frigorífica, a 4°C. No dia seguinte, de forma a concluir a primeira extração, era-lhes adicionado solução aquosa de NaCl a 0,9% (2,8 mL), cuidadosamente misturado e centrifugado a 5000 rpm durante 5 minutos para separação de fases. A fase superior era transferida para tubos de derivatização, e aos tubos com a amostra inicial era adicionado uma segunda porção de ciclohexano (2,0 mL) para se proceder à segunda extração. Repetia-se a centrifugação (5000 rpm, 5 min) e a fase superior era retirada e adicionada à fase transferida anteriormente para os tubos de derivatização. Estes eram levados à secura (60°C), em corrente de azoto, de forma a obter a fração lipídica por evaporação do solvente orgânico.

2.5 Análise dos Ácidos Gordos

2.5.1 Derivatização

De modo a obter a hidrólise dos triglicerídeos e a conversão dos ácidos gordos em FAME, foram comparados, dois processos de derivatização diferentes, “a frio” em meio alcalino, mais rápido e menos agressivo, e “a quente” em meio alcalino e ácido, mais eficiente na derivatização de ácidos gordos livres.

2.5.1.1 Derivatização “a frio”

A fração lipídica foi redissolvida em heptano (3 mL) e adicionou-se Na₂SO₄ anidro e KOH em metanol (2M; 200 µL), tendo-se agitado em vórtex durante 1 minuto, seguido da adição de NaH₂PO₄ monoidratado e nova agitação. Após uma centrifugação (3000 rpm, 5

min), o sobrenadante límpido era transferido para frascos de injeção e estes eram armazenados em câmara frigorífica (cerca de 4°C) até à injeção para análise por cromatografia gasosa, no espaço de 24h. Todo este processo de derivatização alcalina foi realizado segundo as normas internacionais, sendo equivalente ao método de transesterificação “rápido” em meio alcalino descrito na norma ISO 12966-2:2011, método a).

2.5.1.2 Derivatização “a quente”

A fração lipídica foi redissolvida em 500 µL de diclorometano e adicionou-se KOH em metanol (0,5M; 1,5 mL). Os tubos de derivatização eram colocados em estufa com circulação de ar (100°C) durante 10 minutos e depois de arrefecidos, era adicionada solução de BF₃ em metanol (14%; 1,5 mL). Estes eram colocados novamente em estufa durante 30 minutos, ao fim do qual era adicionada solução aquosa de NaCl (0,9%; 2,5 mL) e heptano (2 mL). Seguiu-se uma centrifugação (3000 rpm, 5 min) e a fase superior era retirada para novos tubos com Na₂SO₄ anidro. Aos tubos de derivatização era adicionado novamente heptano para uma segunda extração, seguindo-se uma nova centrifugação (3000 rpm, 5 min), finda a qual a fase superior era retirada e adicionada à fase retirada anteriormente para os novos tubos. No final, agitavam-se os tubos no vórtex (1 min) e o sobrenadante límpido era transferido para frascos de injeção e estes eram armazenados em câmara frigorífica (cerca de 4°C) até à injeção para análise por cromatografia gasosa.

2.5.2 Separação de Isómeros *Cis/Trans*

Devido ao potencial de separação incompleto entre isómeros de ácidos gordos *trans* individuais em amostras com quantidades elevadas de TFA, em particular e prevalente no grupo C18:1, algumas amostras selecionadas foram ainda fracionadas por extração em fase sólida, utilizando colunas de Ag-SCX, seguindo-se as indicações do fabricante (Supelco). Para o efeito, inicialmente foram adicionados às colunas de SPE 4 mL de acetona, e em seguida o cartucho era equilibrado com 4 mL de hexano, deixando eluir gota a gota sem secar para no fim colocar a solução da amostra contendo o equivalente a 1 mg FAME em hexano. Deixava-se eluir gota a gota até a amostra estar toda na matriz da coluna e desperdiçavam-se os solventes adicionados. A primeira fração era eluída com 6 mL de hexano:acetona (96:4, v/v) e continha os SFA, os ácidos gordos *trans* monoenoicos e conjugados do ácido linoleico com configuração geométrica *cis/cis* e *trans/trans* (CLAs). A segunda fração era obtida com a adição de 4 mL de uma nova mistura de hexano:acetona (90:10, v/v), de forma a conseguir *cis* monoenoicos, *trans/trans* dienóicos, CLAs *cis/trans* e

trans/cis. Por fim, e de forma a obter a última fração com *cis/cis* dienóicos, outros dienóicos e PUFA, adicionava-se novamente acetona à coluna.

Estas frações eram levadas individualmente à secura (40°C), em corrente de azoto, posteriormente redissolvidas em heptano e, novamente, analisadas por GC para identificação e quantificação dos isómeros *cis/trans*.

2.5.3 Separação por Cromatografia Gasosa

A injeção foi realizada em modo “split”, com uma razão de divisão de 1:100, sendo a temperatura do injetor de 250°C e a do detetor de ionização de chama (FID) 270°C. O hélio foi utilizado como gás de arraste, havendo separação dos compostos sob uma pressão de 120 kPa e um gradiente de temperatura de 140°C a 200°C, num total de 40 minutos. Todos os parâmetros estão de acordo com a norma ISO 15304:2002.

Os ácidos gordos foram identificados por comparação com padrões comerciais. Foram quantificados um total de 52 ácidos gordos com 8 a 24 átomos de carbono, incluindo os 11 isómeros *trans*, nomeadamente de C16:1 (n=1), C18:1 (n=4), C18:2 (n=3), e 18:3 (n=3).

Com base nas recomendações da norma ISO 15304:2002 e na finalidade do presente estudo (teor total de TFA), o total de TFA é apresentado como a soma de todas as ligações duplas *trans* dos ésteres metílicos dos ácidos gordos, expresso como uma fração de massa de todos os FAME e em seguida convertido para outras unidades, conforme detalhado a seguir.

Sob estas condições atingiu-se um limite de quantificação de 0,01% na gordura. O ácido linoleico conjugado (CLA), eluindo depois o ácido linolénico e previamente identificado com padrões comerciais, não foi incluído no conteúdo total de TFA devido à sua origem natural.

2.5.4 Cálculo

Em cada extrato lipídico foi calculada a percentagem relativa de cada ácido gordo. Para além disso, e com base na quantidade de padrão interno, estimou-se a quantidade dos ácidos gordos totais, através da soma das áreas dos picos dos FAME da amostra e da quantidade de amostra usada. A quantidade de ácidos gordos totais é utilizada como uma aproximação da quantidade total de gordura de triglicerídeos. A percentagem relativa de TFA também foi convertida para o total de massa de gordura, por 100 g de amostra e por dose recomendada.

2.5.5 Análise Estatística

Os resultados obtidos das determinações analíticas para cada grupo de alimentos expressam-se na forma de média, desvio padrão, mediana e amplitude interquartil. Foram também calculados valores máximos e mínimos do conteúdo de TFA para cada grupo.

As variáveis dependentes foram estudadas através do teste de Kruskal-Wallis, quando não se confirmava a distribuição normal dos dados obtida pelo teste de Shapiro-Wilk, e se existissem diferenças estatísticas com um nível de 5% de significância ($p < 0,05$) era realizado o teste de Mann-Whitney. Se a distribuição normal dos dados fosse confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk, as variáveis dependentes eram estudadas pelo teste t de Student para amostras independentes. A maioria das análises estatísticas foram realizadas com o programa estatístico SPSS (Programa Estatístico para Ciências Sociais) versão 22 para Windows. No entanto, as análises estatísticas para estimar o consumo de TFA e SFA foram realizadas recorrendo ao software R, versão 3.1.1, para Windows.

Capítulo 3

Resultados e Discussão

3.1 Conteúdo de Ácidos Gordos *Trans* em Alimentos Processados

3.1.1 Otimização do método

3.1.1.1 Condições cromatográficas

Com base na mistura de padrões certificada adquirida comercialmente (Supelco 37) foram otimizadas as condições de separação cromatográficas, nomeadamente o gradiente de temperatura do forno, de 140°C a 200°C, o fluxo de hélio (120 kPa), o volume de injeção e razão “split”. A Figura 10 detalha o cromatograma obtido nas condições otimizadas. Com base na reposta cromatográfica de cada FAME e da sua concentração no padrão certificado, foram calculados os fatores de correção a aplicar nas amostras.

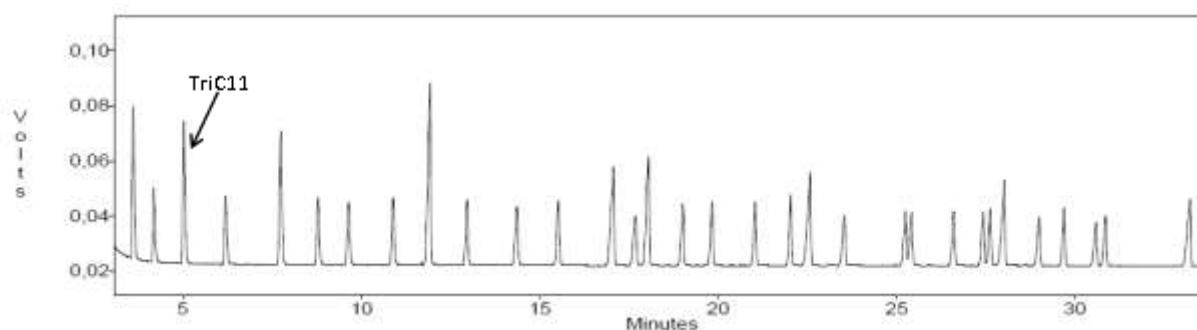


Figura 10. Cromatograma exemplificativo da separação cromatográfica obtida nas condições descritas para a mistura certificada – TraceSelect Supelco 37 Component FAME mix.

3.1.1.2 Condições de derivatização

O método extrativo já tinha sido previamente validado por Cruz e outros colaboradores (2013). Dessa forma, a otimização do método focou-se na metodologia de derivatização tendo-se comparado uma metodologia “a frio” (KOH) com uma metodologia “a quente” (KOH/BF₃). Para o efeito selecionaram-se duas amostras e em cada uma delas aplicaram-se os dois métodos. Os resultados foram comparados através da percentagem relativa dos ácidos gordos principais e do teor de gordura estimado com base no padrão interno. Os resultados de uma amostra encontram-se detalhados na Tabela 7, sendo equivalentes aos da outra amostra testada.

Tabela 7. Percentagem relativa na gordura dos ácidos gordos principais nos métodos de derivatização "a quente" e derivatização "a frio" obtida para uma amostra de pastelaria.

| | Área (%) | | |
|-------------------|--------------|----------------|-----|
| | Média "frio" | Média "quente" | CV% |
| C12 | 16,6 | 15,7 | 3,8 |
| C14 | 7,1 | 6,8 | 2,8 |
| C16 | 31,6 | 32,0 | 0,7 |
| C18 | 6,8 | 7,1 | 2,6 |
| C18:1t | 0,09 | 0,09 | 6,1 |
| C18:1n9 | 23,9 | 24,6 | 2,1 |
| C18:2t | 0,26 | 0,26 | 8,5 |
| C18:2c | 9,8 | 10,1 | 2,1 |
| C20 | 0,3 | 0,3 | 2,6 |
| C22 | 0,1 | 0,1 | 1,9 |
| Teor em "gordura" | 5,0 | 5,2 | 2,8 |

CV: Coeficiente de variação

Com base nos resultados obtidos, verifica-se que não houve diferenças entre as duas metodologias no que respeita à percentagem relativa de cada ácido gordo, com coeficientes de variação inferiores a 5% nos ácidos gordos com teores superiores a 0,5%, e inferior a 10% para os ácidos gordos com percentagem relativa inferior, incluindo as formas *trans*. Refira-se que para a presente metodologia o limite de quantificação (LOQ) era de 0,05% na gordura, sendo o limite de deteção (LOD) de 0,02%. O teor em gordura, estimado com base na relação entre a quantidade de padrão interno adicionado (triC11:0), a sua área cromatográfica, e a soma das áreas dos picos cromatográficos eluídos entre o C10:0 e o C24:0, foi também equivalente, apresentando um coeficiente de variação inferior a 3%, optando-se assim pela metodologia mais rápida e menos poluente, a derivatização "a frio".

3.1.1.3 Fracionamento por SPE

O cromatograma da Figura 11 corresponde a uma amostra com quantidades reduzidas de TFA onde os TFA estão visivelmente separados. Contudo, na Figura 12, correspondente a uma amostra com teor elevado de TFA (8,5%), verifica-se separação incompleta na zona dos C18:1. De modo a quantificar de forma eficiente os TFA em algumas amostras com quantidades elevadas destes, recorreu-se ao método de fracionamento por extração em fase sólida, utilizando colunas de Ag-SCX. Para obter uma separação mais eficiente dos isómeros *cis/trans* das amostras selecionadas foram utilizadas colunas de SPE, conforme detalhado no capítulo de "Materiais e Métodos", na secção 2.5 (Análise dos ácidos gordos). Foram recolhidas três frações dos FAME, sendo que na primeira fração foram separados os SFA, *trans* monoenoícos e conjugados do ácido linoleico

com configuração geométrica *cis/cis* e *trans/trans* (CLAs), como demonstra a Figura 13A, correspondente à mesma amostra da Figura 12. A Figura 13B representa a segunda fração onde foram obtidos ácidos gordos *cis* monoenóicos, *trans/trans* dienóicos, CLAs *cis/trans* e *trans/cis* e na Figura 13C estão representadas as áreas correspondentes aos ácidos gordos *cis/cis* dienóicos, outros dienóicos e PUFA. A eficiência separativa direta, sem SPE, corresponde a cerca de 91% da obtida após SPE, para amostras com teor em *trans* da ordem dos 8%.

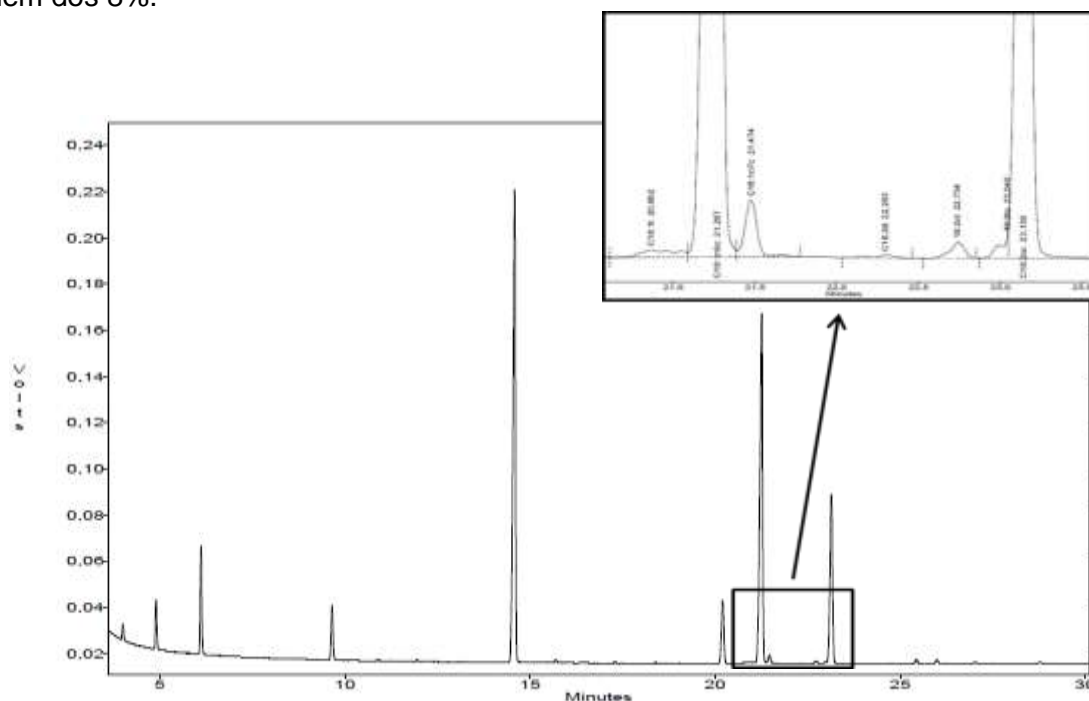


Figura 11. Exemplo de um cromatograma de uma amostra com teor reduzido de TFA.

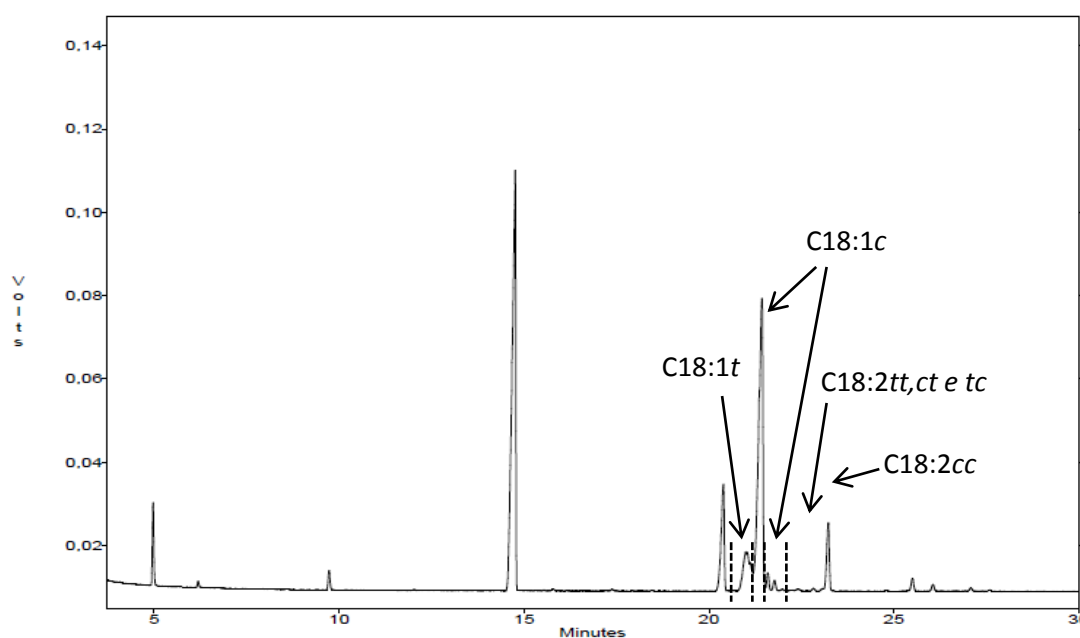


Figura 12. Exemplo de uma amostra com teor elevado de TFA.

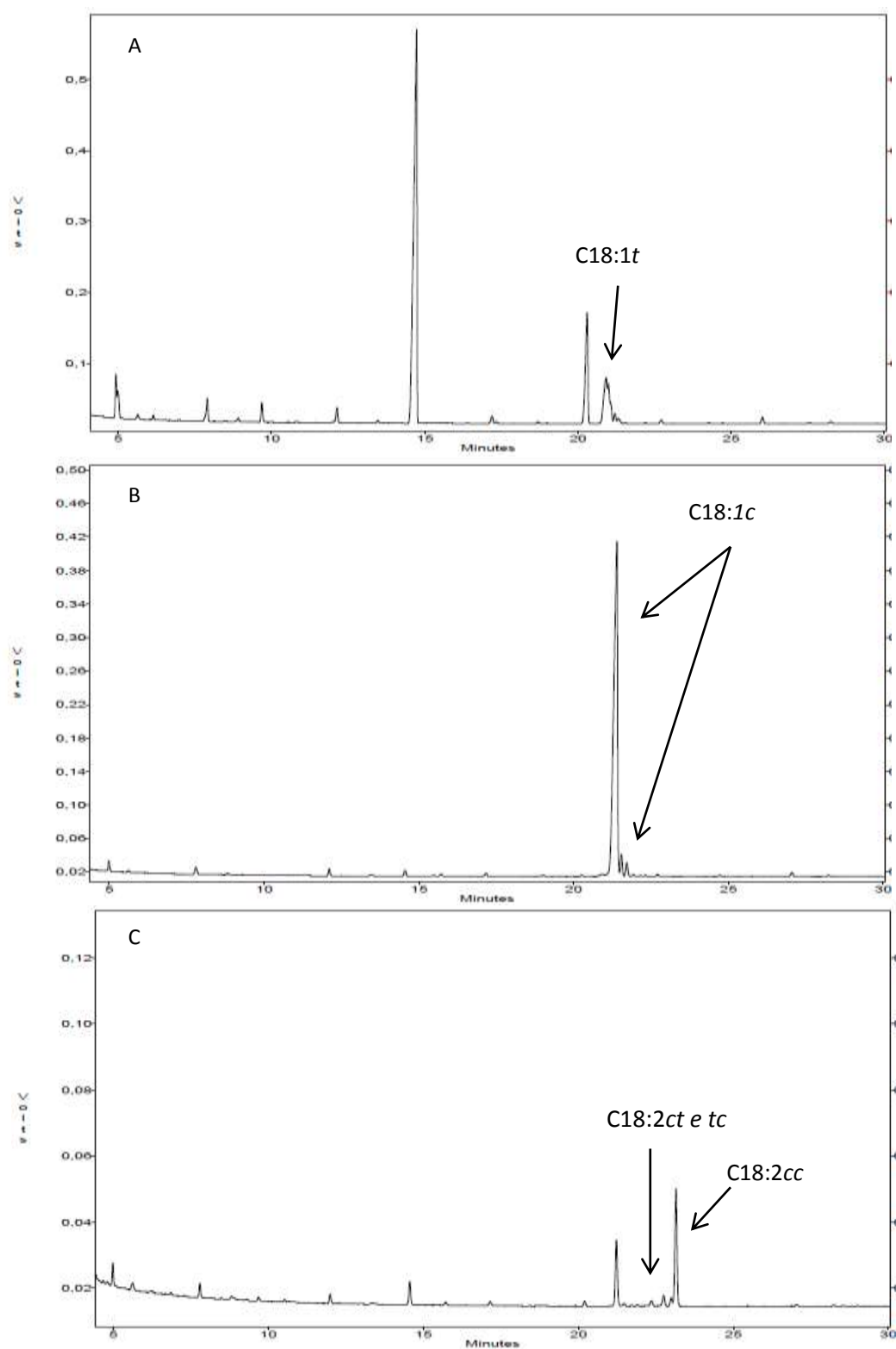


Figura 13. Cromatogramas das separações obtidas por colunas SPE da amostra da figura anterior (Figura 12). A – Cromatograma da fração 1; B – Cromatograma da fração 2; C – Cromatograma da fração 3.

3.1.2 Margarinas e Gorduras para barrar

Sabendo que as margarinas são potencialmente a principal fonte de TFA produzidos industrialmente, no seu estado natural ou como ingrediente em produtos alimentares processados, foi dada especial atenção a este grupo, realizando-se análises em diferentes tipos de margarinas. As amostras foram divididas em margarinas para uso doméstico do consumidor ($n=9$) (subdivididas em margarinas para barrar ($n=5$) e para cozinhar ($n=4$)), e margarinas para a produção de alimentos industriais ($n=7$). Apesar da tentativa de entrar em contacto com diversos distribuidores e retalhistas de gorduras industriais, não se conseguiu nenhuma por esta via. As sete amostras industriais são apenas de três produtores, sendo dois de Portugal e um de Espanha, adquiridas em superfícies comerciais para retalhistas.

Este grupo inclui também cinco amostras de produtos para barrar à base de chocolate ($n=5$), que se sabe conterem uma elevada proporção de óleos e gorduras adicionadas. Apesar da reduzida expressão do consumo de manteiga de amendoim em Portugal, e sendo todas as amostras importadas, uma em particular incluía gordura hidrogenada na lista de ingredientes e, portanto, foi incluída no estudo atual.

Os resultados obtidos encontram-se detalhados na Tabela 8, estando os valores ordenados pela quantidade crescente de TFA na gordura.

Ao comparar as margarinas para uso doméstico com as margarinas industriais, não foram observadas diferenças nas quantidades de TFA utilizadas entre os dois subgrupos ($p=0,299$), obtendo uma média de 0,8% nas margarinas domésticas e 0,9% nas industriais (Tabela 8). Assim, exceto uma amostra industrial, todas as margarinas analisadas apresentam quantidades de TFA inferiores a 2% na fração de gordura ou 0,5 g por dose, com base nas quantidades recomendadas pelos fabricantes. Além disso, das 16 amostras analisadas, 6 mencionavam que as gorduras utilizadas eram hidrogenadas ou parcialmente hidrogenadas. No entanto, as diferenças médias aparentes de 1,2% de TFA nas amostras hidrogenadas ($n=6$) contra 0,6% de TFA nas amostras sem gorduras hidrogenadas ($n=10$) não são significativamente diferentes ($p=0,083$).

Tabela 8. Quantidade de TFA no grupo "Margarinas e Gorduras para barrar", incluindo margarinas, chocolate para barrar e manteiga de amendoim.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Rótulo – % Gordura | Origem | Dose (g) |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------------|--------|----------|
| Margarina | | | | | | | | |
| Doméstica | 1200 | 0,26 | 0,16 | 0,02 | O/V | Barrar - 60% | UE | 10 |
| | 1197 | 0,33 | 0,18 | 0,02 | O/V | Barrar - 55% | PT | 10 |
| | 1196 | 0,41 | 0,24 | 0,02 | O/V | Cozinhar - 66% | PT | 10 |
| | 1199 | 0,45 | 0,30 | 0,03 | O/V; H | Cozinhar - 74% | PT | 10 |
| | 1198 | 0,47 | 0,25 | 0,03 | O/V | Barrar - 50% | PT | 10 |
| | 1253 | 0,64 | 0,40 | 0,04 | O/V | Barrar - 55% | UE | 10 |
| | 1201 | 1,20 | 0,68 | 0,07 | O/V | Cozinhar - 59% | PT | 10 |
| | 1254 | 1,43 | 0,86 | 0,09 | O/V; H | Barrar - 55% | UE | 10 |
| | 1252 | 1,93 | 1,37 | 0,14 | O/V; H | Cozinhar - 60% | UE | 10 |
| Industrial | 1225 | 0,57 | 0,50 | 0,05 | O/V; PH | Cozinhar - NE | PT | 10 |
| | 1222 | 0,59 | 0,38 | 0,04 | O/V | Cozinhar - 59% | PT | 10 |
| | 1223 | 0,59 | 0,36 | 0,04 | O/V | Cozinhar - 59% | PT | 10 |
| | 1191 | 0,65 | 0,47 | 0,05 | O/V | Barrar - 70% | PT | 10 |
| | 1207 | 0,77 | 0,50 | 0,05 | O/V | Cozinhar - 59% | UE | 10 |
| | 1226 | 0,84 | 0,78 | 0,08 | O/V; PH | Cozinhar - 80% | PT | 10 |
| | 1224 | 2,16 | 1,57 | 0,16 | O/V; PH | Cozinhar - NE | UE | 10 |
| Chocolate para barrar | 1195 | 0,14 | 0,07 | 0,01 | O/V | 44% | UE | 20 |
| | 1193 | 0,38 | 0,15 | 0,03 | O/V | 36% | UE | 20 |
| | 1026 | 0,45 | 0,16 | 0,03 | O;H | 32% | UE | 20 |
| | 1194 | 0,59 | 0,23 | 0,05 | O;V | 36% | UE | 20 |
| | 1015 | 0,86 | 0,32 | 0,14 | O/V;H | 32% | UE | 20 |
| Manteiga de amendoim | 1077 | 0,25 | 0,13 | 0,03 | O;H | | EUA | 20 |
| Média | | 0,73 | 0,46 | 0,06 | | | | |
| Mediana | | 0,59 | 0,34 | 0,04 | | | | |
| Máximo | | 2,06 | 1,57 | 0,16 | | | | |
| Mínimo | | 0,14 | 0,07 | 0,01 | | | | |
| Amplitude interquartil | | 0,40 | 0,31 | 0,04 | | | | |
| DP | | 0,52 | 0,39 | 0,04 | | | | |
| Amostras não conformes | | 4% | | 0% | | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; V: gordura vegetal; O/V: óleo e gordura vegetal; O: óleo vegetal; H: gordura hidrogenada PH: gordura parcialmente hidrogenada; PT: Portugal; UE: União Europeia; EUA: Estados Unidos da América; DP: desvio-padrão; NE: não especificado.

Quando as amostras são agrupadas pelo local onde foram produzidas, as amostras com origem portuguesa (PT; n=10) apresentam uma média mais baixa de TFA (0,6%) quando comparadas com as fabricadas na União Europeia (1,2%; n=6), contudo não existem diferenças entre elas nas quantidades de TFA utilizadas ($p=0,119$) devido à elevada variabilidade entre as amostras produzidas na UE.

De facto, os dois maiores produtores portugueses de margarinas com um amplo mercado abastecedor (FIMA e Rogério Leal) comprometeram-se, por volta do ano de 1995

(FIPA, 2005), a reduzir o teor em TFA. Os resultados são altamente positivos, com uma clara redução da quantidade dos TFA. Em 2002 já era visível uma redução dos TFA em 17 amostras de margarinas disponíveis no mercado português, com uma média de 2,5% (variando entre 0,2 e 8,9%), quando comparadas com dados internacionais (Torres *et al.*, 2002), sendo que 80% destas eram preparadas com gorduras hidrogenadas ou parcialmente hidrogenadas. No presente estudo, a média de TFA foi reduzida para 0,8%, apesar de 38% ainda citarem o uso de gorduras hidrogenadas. Este resultado pode advir da utilização de uma proporção menor de gorduras hidrogenadas na mistura, na interesterificação com gorduras hidrogenadas e óleos vegetais, ou de um processo de hidrogenação mais cuidadoso, contribuindo todos para a redução dos TFA do produto final.

Recorrendo a estudos anteriores desenvolvidos em países europeus, como a Suíça, a Áustria e a Alemanha, os valores médios de TFA analisados recentemente são, respetivamente, 3,7%, 3,4% e 1,4%, sendo superiores aos obtidos neste estudo (Wagner *et al.*, 2008; Richter *et al.*, 2009; Kuhnt *et al.*, 2011). Resultados semelhantes foram encontrados fora da Europa, sendo que na Nova Zelândia a média de TFA foi 5,3%, tendo amostras com um máximo de 14,5% (Saunders *et al.*, 2008), na Costa Rica os TFA variaram entre 10% e 15% (Baylin *et al.*, 2007), 16,1% foi a média de TFA encontrada no Irão (Nazari *et al.*, 2012) e no Brasil foram encontrados os valores mais elevados, variando entre 19,4% e 30,4% nas margarinas sólidas para uso culinário (Pavan, 2008). Todavia, um estudo mais recente realizado no Reino Unido demonstrou que é possível obter margarinas e gorduras para barrar com concentrações mais baixas de TFA, uma vez que os produtos analisados continham, em média, 0,2% de TFA na gordura (Roe *et al.*, 2013).

Nos chocolates para barrar e na manteiga de amendoim também são observadas quantidades baixas de TFA, quer na quantidade na gordura total (0,4%) quer em 100 g de produto consumido (0,2%) (Tabela 8). Dessa forma, a quantidade de TFA consumida por dose recomendada é baixa, cerca de 0,1 g. Ao analisar estudos desenvolvidos noutros países verificaram-se quantidades consistentes no Reino Unido (0,1%), na China (Hong Kong – 0,2%) e na Espanha (0,6%) (Ansorena *et al.*, 2013; Chung *et al.*, 2013; Roe *et al.*, 2013). Já os chocolates para barrar do Irão apresentam valores significativamente superiores (4,5%) (Nazari *et al.*, 2012).

Assim, neste grupo 96% das amostras contém menos de 2% de TFA no extrato lipídico, não sendo um grupo alimentar que revele preocupação. Convém, contudo, reforçar que não se conseguiram amostras de margarinas e “shortenings” industriais.

A manteiga (n=4), produzida a partir da nata do leite de vaca, também foi incluída neste estudo como uma referência da quantidade de TFA de origem natural mas apresenta-se separadamente na Tabela 9. Há uma enorme dificuldade em distinguir

cromatograficamente estes TFA do ponto de vista analítico, sendo, portanto, quantificados em simultâneo com os TFA industriais. A implementação de metodologias analíticas para apoiar a sua distinção do ponto de vista nutricional é difícil, exceto quando é presumido da lista de ingredientes devido à sua presença natural.

Tabela 9. Quantidade de TFA de origem natural em manteiga.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Rótulo – % Gordura | Origem | Dose (g) |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------------|--------|----------|
| Manteiga | 1258 | 2,07 | 1,14 | 0,11 | Manteiga | 60% | UE | 10 |
| | 1255 | 2,67 | 2,00 | 0,20 | Nata | 80% | UE | 10 |
| | 1256 | 3,37 | 1,32 | 0,13 | Manteiga | 40% | FR | 10 |
| | 1257 | 3,58 | 1,39 | 0,28 | Manteiga | 40% | FR | 10 |
| Média | | 2,92 | 1,46 | 0,18 | | | | |
| Mediana | | 2,86 | 1,43 | 0,17 | | | | |
| Máximo | | 3,58 | 2,00 | 0,28 | | | | |
| Mínimo | | 2,07 | 1,14 | 0,11 | | | | |
| Amplitude interquartil | | 0,90 | 0,27 | 0,10 | | | | |
| DP | | 1,44 | 0,73 | 0,10 | | | | |
| Amostras não conformes | | 100% | | 0% | | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; UE: União Europeia; FR: França; DP: desvio-padrão.

A manteiga, reconhecida como uma fonte de TFA de origem natural, apresenta quantidades conforme as descritas na literatura para este produto (Hulshof *et al.*, 1999; Kuhnt *et al.*, 2011; Nazari *et al.*, 2012) (Tabela 9). Portanto, as quantidades totais de TFA são superiores a 2% no teor de gordura, como esperado, mas com base na dose recomendada de 10 g, as quantidades ingeridas de TFA são baixas. Contudo, em alguns estudos os teores encontrados nas manteigas são bastante superiores aos que se verificam neste estudo, chegando aos 6,9% na gordura na Nova Zelândia e aos 6,7 g/100g de produto na França (Laloux *et al.*, 2007; Saunders *et al.*, 2008). Conforme foi referido anteriormente, sendo um produto de origem natural, o teor em TFA é variável.

3.1.3 Batatas fritas

Foram analisadas 18 amostras de batatas fritas pré-embaladas (Tabela 10). Todas as amostras continham a informação na lista de ingredientes que tinham sido preparadas com gordura vegetal. Ainda assim, sendo potencialmente uma fonte de TFA em vários países, foi realizada uma extensa pesquisa, incluindo amostras de marca e amostras de marca de distribuidor, com diversas apresentações e preços. Simultaneamente, também foram analisadas batatas pré-fritas (n=7) adquiridas em diversos restaurantes de “fast food”

(todas congeladas e pré-fritas). Estas amostras incluíam tanto a gordura obtida no processo de pré-fritura industrial como a gordura absorvida durante o processo de fritura nos restaurantes. A informação sobre o tipo de gordura ou rotulagem do produto utilizado para fritar as batatas não foi cedida em nenhum estabelecimento.

Como é facilmente perceptível a partir da Tabela 10, os TFA na gordura são consistentemente baixos (média de 0,6%), variando entre 0,2% e 1,3%. Deste modo, as quantidades por dose recomendada são inferiores a 0,1%.

Tabela 10. Quantidade de TFA no grupo “Batatas fritas”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| Batatas fritas (pacote) | 1152 | 0,17 | 0,06 | 0,02 | V | UE | 30 |
| | 1160 | 0,43 | 0,15 | 0,04 | V | UE | 25 |
| | 1161 | 0,46 | 0,16 | 0,05 | V | UE | 30 |
| | 1151 | 0,54 | 0,17 | 0,04 | V | UE | 25 |
| | 1157 | 0,57 | 0,24 | 0,06 | V | UE | 25 |
| | 1154 | 0,58 | 0,21 | 0,05 | V | UE | 25 |
| | 1150 | 0,60 | 0,20 | 0,05 | V | UE | 25 |
| | 1153 | 0,60 | 0,21 | 0,05 | V | UE | 25 |
| | 1156 | 0,62 | 0,18 | 0,05 | V | UE | 25 |
| | 1158 | 0,65 | 0,22 | 0,06 | V | UE | 25 |
| | 1159 | 0,65 | 0,24 | 0,10 | V | UE | 40 |
| | 1205 | 0,68 | 0,27 | 0,07 | V | UE | 25 |
| | 1155 | 0,71 | 0,24 | 0,06 | V | UE | 25 |
| | 1100 | 0,77 | 0,29 | 0,07 | V | PT | 25 |
| | 1203 | 0,81 | 0,21 | 0,05 | V | UE | 25 |
| | 1206 | 0,85 | 0,36 | 0,09 | V | PT | 25 |
| | 1204 | 0,95 | 0,32 | 0,10 | V | UE | 30 |
| | 1202 | 1,26 | 0,38 | 0,10 | V | PT | 25 |
| Pré-fritas (restaurantes) | 1164 | 0,36 | 0,05 | 0,03 | D | PT | 70 |
| | 1162 | 0,37 | 0,06 | 0,05 | D | PT | 90 |
| | 1231 | 0,42 | 0,06 | 0,05 | D | PT | 90 |
| | 1163 | 0,53 | 0,08 | 0,08 | D | PT | 90 |
| | 1165 | 0,60 | 0,09 | 0,09 | D | PT | 100 |
| | 1166 | 0,67 | 0,07 | 0,12 | D | PT | 165 |
| | 1259 | 0,71 | 0,08 | 0,10 | D | PT | 120 |
| Média | | 0,62 | 0,18 | 0,06 | | | |
| Mediana | | 0,58 | 0,16 | 0,06 | | | |
| Máximo | | 1,26 | 0,38 | 0,12 | | | |
| Mínimo | | 0,17 | 0,05 | 0,02 | | | |
| Amplitude interquartil | | 0,18 | 0,16 | 0,04 | | | |
| DP | | 0,22 | 0,10 | 0,02 | | | |
| Amostras não conformes | | 0% | | 0% | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; V: gordura vegetal; D: desconhecido; PT: Portugal; UE: União Europeia; DP: desvio-padrão.

Os resultados obtidos neste estudo expõem valores idênticos de TFA na gordura, tanto para as batatas fritas de pacote (0,7%) como para as adquiridas em restaurantes de “fast food” (0,5%), a estudos recentes desenvolvidos a nível mundial. Na Turquia, Cakmak e colegas (2011) mostram teores de 0,4% de TFA no total de ácidos gordos nas batatas fritas de pacote. Do mesmo modo, estes produtos no Reino Unido contêm, em média, quantidades de cerca de 0,2%, enquanto as batatas pré-fritas apresentam valores de 0,1% (Roe *et al.*, 2013). Contudo, na Alemanha, duas análises a batatas pré-fritas realizadas num curto espaço de tempo revelaram realidades distintas, com 0,2% em 2010 (Fritsche *et al.*, 2010) contra 1,0% em 2011 (Kuhnt *et al.*, 2011). Já para as batatas fritas de pacote, no estudo desenvolvido por Fritsche e colegas (2010), o conteúdo de TFA encontrado na gordura foi de 0,1%. Também em Hong Kong os dados obtidos das batatas fritas de pacote são muito semelhantes aos encontrados neste estudo, contribuindo em média com 0,5% de TFA na gordura e variando entre 0,1% e 1,5% (Chung *et al.*, 2013). Contudo, em alguns países são encontradas elevadas quantidades de TFA neste tipo de alimento, como 2,1% na Áustria, 4,7% no Brasil, 17,1% no Irão e 3,4%-21,1% na Nova Zelândia (Chiara *et al.*, 2003; Griguol *et al.*, 2007; Wagner *et al.*, 2008; Nazari *et al.*, 2012).

Em Portugal, esta categoria de alimentos não revela qualquer preocupação relativa aos TFA, já que todos os produtos analisados apresentam quantidades inferiores a 2%.

3.1.4 Pão e Cereais

Estes produtos não são caracterizados por uma elevada quantidade de gordura, mas sim por uma elevada frequência de consumo, potencialmente com marcas de rotina, sendo, portanto, contribuintes importantes para a ingestão de TFA particularmente em determinados indivíduos. O estudo “Alimentação e Estilos de Vida da População Portuguesa” (SPCNA, 2009), que analisou a população adulta, encontrou uma frequência de consumo de pão e cereais de 78,3% e 20,7%, respetivamente.

Esta classe inclui pão industrial fatiado (n=4), tradicionalmente conhecido como pão de forma, e cereais de pequeno-almoço (n=3). Apenas uma amostra de pão continha a indicação da presença de gordura parcialmente hidrogenada no rótulo, sendo as restantes três amostras adquiridas como controlo. Todas as amostras de cereais de pequeno-almoço indicavam a presença de gorduras hidrogenadas ou parcialmente hidrogenadas, mas foram os únicos exemplos encontrados num amplo universo de rótulos consultados. Os resultados obtidos encontram-se detalhados na Tabela 11.

A quantidade de TFA na gordura extraída destes alimentos varia entre 0,4% e 1,0% (média de 0,7%), não sendo também este um grupo que oferece preocupação em relação à ingestão de TFA.

Tabela 11. Teor de TFA no grupo “Pão e Cereais”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| Pão Fatiado | 1251 | 0,40 | 0,04 | 0,02 | V | UE | 50 |
| | 1241 | 0,70 | 0,02 | 0,01 | V | PT | 45 |
| | 1064 | 0,91 | 0,02 | 0,01 | V | PT | 45 |
| | 1065 | 1,02 | 0,03 | 0,01 | PH | PT | 50 |
| Cereais | 1076 | 0,41 | 0,07 | 0,02 | O; H | UE | 30 |
| | 1239 | 0,53 | 0,01 | 0,00 | PH | UE | 30 |
| | 1240 | 0,97 | 0,02 | 0,01 | PH | UE | 30 |
| Média | | 0,71 | 0,03 | 0,01 | | | |
| Mediana | | 0,66 | 0,03 | 0,01 | | | |
| Máximo | | 1,02 | 0,07 | 0,02 | | | |
| Mínimo | | 0,40 | 0,01 | 0,00 | | | |
| Amplitude interquartil | | 0,47 | 0,02 | 0,01 | | | |
| DP | | 0,26 | 0,02 | 0,01 | | | |
| Amostras não conformes | | 0% | | 0% | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; V: gordura vegetal; O: óleo vegetal; H: gordura hidrogenada; PH: gordura parcialmente hidrogenada; PT: Portugal; UE: União Europeia; DP: desvio-padrão.

As referências encontradas a nível internacional para os teores de TFA na gordura em cereais de pequeno-almoço foram em média 0,4% na Suíça (Richter *et al.*, 2009), 0,2% na Áustria (Wagner *et al.*, 2008) e 0,1% no Reino Unido (Roe *et al.*, 2013). Os valores obtidos tanto nas amostras suíças como nas austríacas estão de acordo com os do presente estudo (0,6%). Já os cereais do Reino Unido contêm concentrações de TFA mais baixas (Roe *et al.*, 2013). Em relação ao pão fatiado, foram encontradas quantidades totais de TFA de 3,3% na China (Chung *et al.*, 2013), bastante superiores aos alcançados neste estudo (0,8%), e de 0,1% na França (Laloux *et al.*, 2007), consistentes com os 0,1% verificados em Portugal.

3.1.5 Caldos e Sopas instantâneas

Esta categoria inclui os cubos de tempero tradicionais (n=5) e sopas instantâneas em pó (n=5). Apenas três das cinco amostras de caldo indicavam a presença de gordura hidrogenada, sendo as outras duas adquiridas para controlo uma vez que na sua constituição indicavam gordura vegetal. Já nas sopas instantâneas apenas uma indicava a presença de gordura hidrogenada e as restantes quatro foram analisadas como amostras

controlo. Os resultados estão detalhados na Tabela 12. A análise de rotulagem de vários temperos à base de gorduras, como maionese e diversos molhos, foi efetuada mas nenhum rótulo indicava gordura parcialmente hidrogenada ou gordura hidrogenada na lista de ingredientes. Consistentemente, todos mencionavam somente óleos e gorduras vegetais, não tendo sido esta classe incluída nas análises.

Com exceção de um cubo de caldo de carne com 1,9% de TFA na gordura total (com gordura hidrogenada como a única fonte de gordura), todas as restantes apresentavam valores inferiores a 0,7%. Analisando os valores obtidos por dose também se conclui que os cubos de caldo de carne não são uma classe alimentar que oferece preocupação. Fritsche e colegas (2010) também obtiveram resultados semelhantes (em média 0,6% de TFA) aos deste estudo (0,9%) em temperos para culinária de origem alemã. Contrariamente, em Espanha foram encontrados valores entre 7,6% e os 19,1% de TFA neste tipo de produtos (Griguol *et al.*, 2007).

Tabela 12. Teor de TFA quantificado no grupo “Caldos e Sopas instantâneas”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| Caldos em cubo | 1244 | 0,60 | 0,13 | 0,01 | V;H | UE | 10 |
| | 1243 | 0,63 | 0,12 | 0,01 | V | UE | 4,4 |
| | 1053 | 0,64 | 0,40 | 0,04 | H; V | UE | 10 |
| | 1242 | 0,73 | 0,12 | 0,01 | V | UE | 4,4 |
| | 1052 | 1,93 | 1,37 | 0,14 | H | UE | 11 |
| Sopas | 1249 | 0,34 | 0,02 | 0,00 | H | UE | 20 |
| | 1245 | 0,45 | 0,04 | 0,03 | V | UE | 20 |
| | 1248 | 0,47 | 0,18 | 0,05 | V | UE | 30 |
| | 1246 | 0,53 | 0,03 | 0,00 | V | UE | 15 |
| | 1247 | 0,77 | 0,10 | 0,01 | V | UE | 15 |
| Média | | 0,71 | 0,25 | 0,03 | | | |
| Mediana | | 0,63 | 0,12 | 0,01 | | | |
| Máximo | | 1,93 | 1,37 | 0,14 | | | |
| Mínimo | | 0,34 | 0,02 | 0,00 | | | |
| Amplitude interquartil | | 0,22 | 0,11 | 0,03 | | | |
| DP | | 0,45 | 0,41 | 0,04 | | | |
| Amostras não conformes | | 0% | | 0% | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; V: gordura vegetal; H: gordura hidrogenada; UE: União Europeia; DP: desvio-padrão.

Em relação às sopas, e ao contrário do que poderia ser espectável, a amostra com gordura hidrogenada apresenta valores menores de TFA na gordura do que as restantes amostras, apesar de todas apresentarem baixos teores de TFA tanto na gordura total como por dose. Provavelmente, a gordura utilizada nesta amostra é gordura hidrogenada propriamente dita (saturada) e daí, praticamente isenta de TFA. Em média o teor de TFA

nos FAME analisados é de 0,5% sendo consistente com os 0,6% em sopas instantâneas chinesas (Chung *et al.*, 2013) e com os 0,8% apresentados pelo estudo de alimentos alemães em 2010 (Fritsche *et al.*, 2010). No entanto, foram encontrados valores muito superiores (13,8%) em amostras austríacas (Wagner *et al.*, 2008) e valores de 0,1% em sopas do Reino Unido (Roe *et al.*, 2013).

Globalmente, este grupo expõe quantidades médias de TFA de 0,7%, o que comparando com amostras da Alemanha (2%), num estudo desenvolvido em 2011, estas são mais baixas (Kuhnt *et al.*, 2011). Assim sendo, todas as amostras deste grupo apresentam quantidades de TFA inferiores a 2% na gordura.

3.1.6 “Snacks” de chocolate e Sobremesas instantâneas

Praticamente todas as amostras do grupo “snacks” de chocolate (n=4) e sobremesas instantâneas (n=6) analisadas incluíam gordura hidrogenada na lista de ingredientes. As sobremesas eram constituídas por misturas sólidas para preparação de mousse de chocolate e “chantilly”. Os resultados estão detalhados na Tabela 13. Nas pré-misturas de mousse de chocolate, a dose foi calculada após a sua preparação com água, sem a utilização de leite.

Tabela 13. Quantidade de TFA no grupo “Snacks de chocolate e Sobremesas instantâneas”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| “Snacks” de chocolate | 1135 | 0,26 | 0,07 | 0,04 | V | UE | 58 |
| | 1086 | 0,53 | 0,19 | 0,07 | PH | UE | 40 |
| | 1059 | 0,55 | 0,27 | 0,11 | PH | UE | 40 |
| | 1080 | 2,00 | 0,75 | 0,50 | H | PT | 30 |
| Sobremesas | 1221 | 0,06 | 0,01 | 0,00 | H | PT | 30 |
| | 1054 | 0,13 | 0,04 | 0,02 | H | PT | 25 |
| | 1055 | 0,24 | 0,02 | 0,01 | H | PT | 25 |
| | 1056 | 0,32 | 0,02 | 0,01 | H | PT | 25 |
| | 1057 | 1,91 | 0,25 | 0,18 | H | UE | 25 |
| | 1058 | 3,05 | 0,78 | 0,23 | H | UE | 25 |
| Média | | 0,90 | 0,24 | 0,12 | | | |
| Mediana | | 0,47 | 0,10 | 0,06 | | | |
| Máximo | | 3,05 | 0,78 | 0,50 | | | |
| Mínimo | | 0,06 | 0,01 | 0,00 | | | |
| Amplitude interquartil | | 1,32 | 0,24 | 0,14 | | | |
| DP | | 0,87 | 0,38 | 0,13 | | | |
| Amostras não conformes | | 20% | | 0% | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; V: gordura vegetal; PH: gordura parcialmente hidrogenada; H: gordura hidrogenada; PT: Portugal; UE: União Europeia; DP: desvio-padrão.

O teor de TFA na gordura total foi quantificado próximo de 2% em duas amostras, atingindo os 3% numa terceira amostra. Ainda assim, apenas uma amostra contém mais de 0,5 g por dose.

Comparando com estudos realizados mundialmente, as quantidades de TFA nos “snacks” de chocolate são uniformes com os encontrados nesta pesquisa (0,8%), não havendo muita variabilidade nos estudos mais recentes. Como exemplos são citados os dados médios fornecidos pela Suíça, 0,8% (variando entre 0,1% e 2,7%) (Richter *et al.*, 2009), pelo Reino Unido (0,1%) (Roe *et al.*, 2013), Nova Zelândia com 0,5% (Saunders *et al.*, 2008) e a China com 0,6% (Chung *et al.*, 2013). Já a Alemanha (Kuhnt *et al.*, 2011) e o Irão (Nazari *et al.*, 2012) têm valores médios acima dos 2% (2,1% e 8,3%, respetivamente), sendo que no caso alemão quase metade da gordura de uma amostra eram TFA (40,5%). Uma revisão espanhola em diversos tipos de alimentos sobre os níveis de TFA encontrou valores que variaram dos 0 aos 15,7% de TFA na gordura (Griguol *et al.*, 2007). No que toca às sobremesas, verificou-se que os produtos austríacos continham 3,4% de TFA (Wagner *et al.*, 2008), valores relativamente altos em comparação com os obtidos neste estudo (1,0%).

Na verdade, este género de produtos deve ser conservado durante em elevado período de tempo à temperatura ambiente, exigindo, para esse efeito, gorduras sólidas altamente resistentes à oxidação, historicamente disponíveis pelo processo de hidrogenação. Enquanto noutras categorias de alimentos se observa uma alteração nas gorduras vegetais para gorduras naturalmente sólidas, como palmiste, coco ou frações de palma, estes ainda são produzidos tendo como base gordura hidrogenada. Mesmo assim, 80% das amostras analisadas neste grupo não são problemáticas ao nível da quantidade em TFA mas, e apesar de não ser o objetivo deste trabalho, é importante ressaltar que este grupo é o que obtém maior quantidade de gordura saturada, todas as amostras com concentrações entre os 80% e os 90% de SFA na gordura.

3.1.6 Pipocas

As pipocas de micro-ondas são reconhecidas a nível mundial como uma potencial fonte de TFA (Dhaka *et al.*, 2011). Nenhuma das amostras portuguesas, de entre vários rótulos analisados, indicou a presença de gordura hidrogenada na lista de ingredientes. Mesmo assim, foram adquiridas três para controlo. Por outro lado, uma amostra de pipocas prontas a consumir indicou a presença de gordura hidrogenada (amostra 1250 – palmiste hidrogenado), sendo os resultados obtidos consistentes (1,54%) (Tabela 14).

Os valores de TFA são inferiores a 0,8% para as três amostras de micro-ondas com gordura vegetal na sua composição e para as pipocas prontas a consumir que continham

gordura hidrogenada, o valor é de 1,5%. Ainda assim, os valores de TFA são reduzidos na quantidade total de gordura e, dessa forma, as quantidades em 100 g de produto e na dose também são bastante baixas.

Tabela 14. Quantidade de TFA no grupo “Pipocas”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| Pipocas | 1051 | 0,50 | 0,08 | 0,02 | V | UE | 30 |
| | 1013 | 0,66 | 0,09 | 0,03 | V | UE | 30 |
| | 1094 | 0,79 | 0,13 | 0,03 | V | UE | 25 |
| | 1250 | 1,54 | 0,12 | 0,04 | H | UE | 30 |
| Média | | 0,87 | 0,23 | 0,11 | | | |
| Mediana | | 0,80 | 0,10 | 0,03 | | | |
| Máximo | | 1,54 | 0,78 | 0,50 | | | |
| Mínimo | | 0,50 | 0,01 | 0,00 | | | |
| Amplitude interquartil | | 0,36 | 0,10 | 0,01 | | | |
| DP | | 0,46 | 0,27 | 0,15 | | | |
| Amostras não conformes | | 0% | | 0% | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; V: gordura vegetal; H: gordura hidrogenada; UE: União Europeia; DP: desvio-padrão.

Através destes resultados é notória uma evolução, diminuindo a utilização dos TFA como fonte de gordura neste grupo, uma vez que na pesquisa realizada a nível mundial por Stender e colegas (2006), onde 542 amostras de alimentos de 26 países foram analisados, Portugal tinha um elevado teor de TFA, cerca de 14 g/100g de produto. Os EUA assim como a França e a Espanha também partilharam as mesmas quantidades. Este estudo refere ainda que a maioria dos países utilizava gorduras que continham entre 40% e 50% de TFA de origem industrial. Em contraste, o conteúdo das pipocas da Dinamarca era inferior a 0,5 g/100g. Em 2012, alguns dos autores do estudo anterior compararam os valores dos TFA nas pipocas em apenas seis países, com o objetivo de perceber a eficiência das estratégias voluntárias para reduzir os TFA na Europa. Concluíram que a França, a Alemanha e o Reino Unido diminuíram significativamente as quantidades de TFA mas nos países da Europa oriental (Hungria, República Checa e Polónia) os valores aumentaram (Stender *et al.*, 2012). Neste contexto, Portugal parece já ter alterado a formulação destes produtos.

3.1.7 Bolachas

Um dos principais grupos identificados como uma fonte importante de TFA foram as bolachas, sendo presença assídua na dieta portuguesa (SPCNA, 2009; Santos *et al.*, 2015). Assim, realizou-se uma intensa pesquisa em centenas de rótulos deste tipo de alimento, tendo-se comprado um total de 53 amostras. Entre estas, 17 indicaram apenas gorduras

vegetais, mas a informação reduzida no rótulo, o consumo elevado e as semelhanças com outras amostras que indicavam gordura hidrogenada ou parcialmente hidrogenada fizeram com que também fossem incluídas neste estudo.

Para simplificar a discussão, as amostras foram subdivididas em quatro tipos: simples (n=11), cobertas/recheadas (n=23), “wafers” (n=13), e folhadas (n=6). Os resultados estão detalhados na Tabela 15, ordenados pela quantidade crescente de TFA dentro de cada tipo.

Tabela 15. Quantidade de TFA no grupo das “Bolachas”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| Simples | 1083 | 0,21 | 0,02 | 0,01 | V | UE | 35 |
| | 1087 | 0,26 | 0,02 | 0,02 | A/O/V | PT | 40 |
| | 1030 | 0,34 | 0,03 | 0,02 | V | PT | 30 |
| | 1029 | 0,44 | 0,05 | 0,03 | M | PT | 40 |
| | 1050 | 0,49 | 0,07 | 0,03 | V | PT | 40 |
| | 1016 | 0,51 | 0,08 | 0,01 | O/V; H | PT | 40 |
| | 1014 | 0,53 | 0,09 | 0,03 | V | UE | 40 |
| | 1028 | 0,56 | 0,09 | 0,03 | O/V | UE | 30 |
| | 1088 | 0,63 | 0,12 | 0,01 | M | PT | 40 |
| | 1093 | 0,72 | 0,12 | 0,02 | V | UE | 15 |
| | 1069 | 0,89 | 0,14 | 0,07 | V | PT | 45 |
| Coberta e/ou recheada | 1078 | 0,22 | 0,06 | 0,01 | V | UE | 52 |
| | 1021 | 0,25 | 0,06 | 0,02 | H | UE | 20 |
| | 1068 | 0,33 | 0,07 | 0,04 | V | ES | 40 |
| | 1032 | 0,35 | 0,10 | 0,02 | H; V | PT | 32 |
| | 1009 | 0,41 | 0,11 | 0,02 | H | UE | 18,8 |
| | 1073 | 0,47 | 0,11 | 0,06 | H; O/V | PT | 45 |
| | 1023 | 0,50 | 0,13 | 0,03 | H | EAU | 30 |
| | 1134 | 0,65 | 0,14 | 0,20 | V | UE | 100 |
| | 1092 | 0,71 | 0,18 | 0,12 | V | UE | 66 |
| | 1074 | 0,77 | 0,18 | 0,09 | V | UE | 44 |
| | 1020 | 0,83 | 0,19 | 0,10 | H; V | PT | 55 |
| | 1234 | 0,86 | 0,21 | 0,03 | V; H | PT | 44 |
| | 1079 | 0,91 | 0,22 | 0,12 | V; H | PT | 38 |
| | 1018 | 0,94 | 0,22 | 0,08 | H | PT | 30 |
| | 1049 | 1,13 | 0,27 | 0,13 | H; V | PT | 45 |
| | 1071 | 1,16 | 0,30 | 0,14 | H; V | UE | 37,5 |
| | 1033 | 1,38 | 0,36 | 0,09 | H; O | UE | 45 |
| | 1012 | 3,25 | 0,80 | 0,30 | M | PT | 35 |
| | 1025 | 14,88 | 2,61 | 1,09 | H | BRA | 30 |
| | 1024 | 20,06 | 3,01 | 1,13 | H | BRA | 30 |
| | 1019 | 21,40 | 3,12 | 1,11 | H | BRA | 30 |
| | 1022 | 23,93 | 4,19 | 1,59 | H | BRA | 30 |
| | 1034 | 30,14 | 6,02 | 2,25 | H | BRA | 30 |

Continua na página seguinte

Tabela 15 (cont.) . Quantidade de TFA no grupo das “Bolachas”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|-------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| “Wafer” | 1041 | 0,24 | 0,06 | 0,03 | H | UE | 40 |
| | 1043 | 0,30 | 0,08 | 0,03 | H; V | UE | 40 |
| | 1090 | 0,32 | 0,09 | 0,02 | H | UE | 25 |
| | 1044 | 0,39 | 0,10 | 0,03 | H; O | UE | 26 |
| | 1046 | 0,48 | 0,14 | 0,06 | V | PT | 40 |
| | 1047 | 0,57 | 0,19 | 0,03 | V | PT | 40 |
| | 1081 | 0,59 | 0,21 | 0,07 | B; V | UE | 18 |
| | 1075 | 0,65 | 0,23 | 0,06 | H; B | UE | 30 |
| | 1045 | 1,00 | 0,25 | 0,12 | V | UE | 40 |
| | 1040 | 1,11 | 0,31 | 0,05 | B; H | UE | 20 |
| | 1017 | 1,56 | 0,41 | 0,18 | O; H | UE | 45 |
| | 1082 | 9,18 | 3,30 | 0,99 | V; H; O | UE | 30 |
| | 1042 | 22,91 | 5,25 | 1,58 | V | BRA | 30 |
| Folhada | 1039 | 0,32 | 0,10 | 0,03 | O/V | PT | 30 |
| | 1122 | 0,48 | 0,18 | 0,03 | H; O/V | PT | 15 |
| | 1072 | 0,65 | 0,19 | 0,07 | V; H; O | UE | 35 |
| | 1048 | 0,70 | 0,19 | 0,08 | PH | PT | 32 |
| | 1038 | 0,73 | 0,26 | 0,09 | O/V; H | PT | 45 |
| | 1085 | 7,84 | 3,01 | 1,20 | PH | PT | 40 |
| Média | | 3,42 | 0,72 | 0,26 | | | |
| Mediana | | 0,96 | 0,22 | 0,07 | | | |
| Máximo | | 30,1 | 6,02 | 2,25 | | | |
| Mínimo | | 0,21 | 0,02 | 0,01 | | | |
| Amplitude interquartil | | 0,68 | 0,17 | 0,09 | | | |
| DP | | 7,13 | 1,40 | 0,50 | | | |
| Amostras não conformes | | 17% | | 15% | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; V: gordura vegetal; O/V: óleo e gordura vegetal; O: óleo vegetal; PH: gordura parcialmente hidrogenada; H: gordura hidrogenada; A: gordura animal; M: margarina; B: manteiga; PT: Portugal; UE: União Europeia; BRA: Brasil; EAU: Emirados Árabes Unidos; ES: Espanha; DP: desvio-padrão.

Este grupo alimentar é de entre todos os analisados o que apresenta maiores quantidades de TFA na gordura e em 100 g de produto. Apresenta uma média de 3,4% de TFA na gordura, com valores que variam entre os 0,2% e os 30,1%. O valor mediano de TFA é de 1,0% na gordura total e a diferença entre o 3º e o 1º quartil é de 0,7%.

As bolachas classificadas como “simples” têm um teor de gordura comparativamente menor a todos os outros tipos. Além disso, a fração lipídica era composta principalmente por margarina, produzida a partir de óleos e gorduras em diversas proporções (O/V). Não mencionavam qualquer utilização de gorduras hidrogenadas ou parcialmente hidrogenadas. Com efeito, a quantidade máxima de TFA é de 0,9% na fração lipídica e de 0,1 g/100g, aceitável sob o uso de gorduras refinadas. Consequentemente, os TFA por dose variam

entre 0,0 e 0,1 g/dose. Mesmo podendo ser utilizada pouca gordura no fabrico deste género de bolachas, no Brasil encontram-se valores alarmantes de 5,6 g/100g de produto (Chiara *et al.*, 2003) e no Irão quantidades de 24,5% de TFA na gordura (Nazari *et al.*, 2012). Amostras alemãs demonstram conter o dobro da quantidade de TFA na gordura quando comparadas com as deste estudo (2,0%) (Kuhnt *et al.*, 2011).

Os restantes tipos têm fontes de gordura conhecida, muitas vezes com elevada proporção de gorduras sólidas, ricas em SFA e/ou TFA, tecnologicamente semelhantes (Stender *et al.*, 2006; Griguol *et al.*, 2007). As coberturas são normalmente mais ricas em derivados de chocolate do que a maioria dos cremes de recheios, mas a elevada proporção de gordura é similar em ambos (Santos *et al.*, 2015). Desta forma, quando se analisa o tipo de gordura utilizada, a amostragem deste estudo incluía 70% das bolachas do tipo cobertas/recheadas e 60% do tipo “wafers” produzidas com gordura hidrogenada.

A referência a gordura parcialmente hidrogenada, supostamente com quantidades mais elevadas de TFA, foi encontrada em apenas duas amostras. Os valores absolutos mais elevados de TFA são encontrados nas bolachas com cobertura e/ou recheio, com 26% das amostras a conterem mais do que 2% de TFA em gordura. Curiosamente, uma amostra revela 3,2% de TFA, mas a lista de ingredientes referia apenas a utilização de gordura vegetal na sua produção. As outras amostras com concentrações de TFA superiores aos 2% apresentam valores que variam entre 14,9% e 30,1%, os valores mais altos encontrados em todas as amostras estudadas neste trabalho. Todas as amostras referidas são originárias do Brasil e todas continham informações precisas no rótulo nutricional, como a legislação do país obriga desde 2006 (ANVISA, 2003), com a indicação clara da quantidade de TFA por dose, sendo superior a 1 g quando consumida a dose recomendada pelo fabricante (30 g), e, conseqüentemente, com mais de 3 g/100g. Estes valores são iguais aos obtidos por Chiara e colegas num estudo efetuado em 2003. Também em 2004, outro estudo apresentou valores idênticos em termos de conteúdo de TFA quando comparadas àquelas obtidas no presente estudo, variaram entre 12,2% e 31,2%, com uma média de 20,1% (Martin *et al.*, 2005). Assim sendo, passada uma década os produtos brasileiros à venda em Portugal não sofreram qualquer modificação em relação ao tipo de gordura. Recentemente uma pesquisa no Brasil mostrou que, apesar da rotulagem sobre a quantidade de TFA ser obrigatória, esta não tem sido uma estratégia eficiente para reduzi-los (Silveira *et al.*, 2013), principalmente porque a maioria dos consumidores não percebe essa informação. A abertura de fronteiras à escala global faz com que este tipo de produtos tenha uma presença assídua na prateleira dos supermercados portugueses.

O panorama das bolachas do tipo “wafer” é ligeiramente melhor do ponto de vista do teor em TFA, com duas amostras a apresentar quantidades elevadas de TFA. O pior caso é

novamente uma amostra do Brasil, com 22,9% de TFA na gordura. A outra amostra é de uma marca internacional, produzida na UE, com 9% de TFA na gordura. Apenas estas duas amostras têm os TFA superiores a 0,5 g na dose recomendada, com 1,0 g e 1,6 g, respetivamente. Comparando com um estudo realizado na Alemanha, verifica-se que este tipo de bolachas obteve o valor mais elevado de TFA na gordura (2,7%) (Kuhnt *et al.*, 2011), contrariamente ao presente estudo.

Por último, apenas uma amostra das bolachas do tipo folhada revela maior preocupação, com 7% de TFA em gordura e, portanto, 1,2 g por dose.

Quando todas as amostras são comparadas por 100 g de produto (Tabela 15), as bolachas do tipo “simples” (0,1 g/100g) têm quantidades de TFA significativamente diferentes ($p=0,002$), sendo mais baixas em relação a todos os outros grupos, já que estes apresentam mais do que 0,5 g/100g.

Os resultados obtidos para este grupo são perturbadores devido às seis amostras provenientes do Brasil, sendo cinco bolachas cobertas/recheadas e uma “wafer”. No entanto, se estas amostras forem excluídas, os valores médios de TFA do grupo são reduzidos a 1,0% e atingem um máximo de 9,1% no teor de gordura, reduzindo para três as amostras com quantidades superiores a 2%. Estes resultados são consistentes com a pesquisa desenvolvida em 2012 para bolachas vendidas no mercado português ($n=50$) (quantidades de TFA variavam entre 0,1% e 27,4%), em que as únicas amostras com quantidades elevadas de TFA também eram do Brasil (Santos *et al.*, 2015). Num estudo prévio realizado em 2006, as bolachas comercializadas em Portugal ($n=100$) continham em média 2,8% de TFA (variando entre 0,2% e 41,1%) (Casal *et al.*, 2008). Se as bolachas brasileiras forem excluídas no presente estudo, pode-se afirmar que houve uma redução do teor em TFA de 2,8% para 1,0%. Do mesmo modo, ao comparar os resultados desta pesquisa por 100 g de produto (0,7 g/100g) com os obtidos num estudo à escala mundial (5,5 g/100g), verifica-se que houve um declínio na utilização de TFA na produção de bolachas comercializadas em Portugal (Stender *et al.*, 2006). O objetivo final de reduzir os TFA em alimentos processados foi alcançado no grupo das bolachas. Resultados similares são encontrados a nível mundial, em média 1,1% de TFA na Alemanha (Fritsche *et al.*, 2010; Kuhnt *et al.*, 2011) e na Nova Zelândia (Saunders *et al.*, 2008) e 1,4% na China (Chung *et al.*, 2013).

Contudo, analisando os valores de TFA em bolachas compradas em seis países da União Europeia conforme reportado por Stender e colaboradores, observa-se que apesar de existir uma diminuição global do conteúdo de TFA, entre 2005 (Stender *et al.*, 2006) e 2009 (Stender *et al.*, 2012), os resultados foram substancialmente diferentes entre países, com

três países da Europa oriental a apresentarem ainda quantidades substanciais de TFA, contrastando com as bolachas dos três países da Europa ocidental, em que as quantidades de TFA foram mínimas (<1 g). Também é de citar que as bolachas suíças analisadas em 2007 continham quantidades elevadas de TFA (4,0%) (Richter *et al.*, 2009).

Em suma, com exceção do Brasil, pode-se afirmar que o teor de TFA nas gorduras utilizadas para a produção de bolachas tem vindo a diminuir em todo o mundo, incluindo Portugal. Ainda assim é de referir, que a reformulação deste género de produtos parece passar pela substituição direta de TFA por gordura saturada, sendo perceptível pelas quantidades elevadas de gorduras saturadas presentes nestes três tipos de bolachas (cobertas e/ou recheadas, “wafers” e folhadas), em que a variação é entre 52 e 96% (66% em média) quando se somam gordura saturada (SFA) com gordura hidrogenada (TFA).

3.1.8 Pastelaria

Portugal é caracterizado por uma elevada oferta de lojas comerciais que vendem pastelaria fresca, frequentemente com fabricação própria. Esta pastelaria inclui desde “croissants” de diversos tipos a “donuts”, “waffles”, pão com recheio de chocolate ou creme (as chamadas “napolitanas”), bolos de chocolate, “cupcakes” e uma enorme quantidade de bolos tradicionais, muitas vezes produzidos à base de massa folhada e conhecidos por conterem altas quantidades de gordura saturada e, por vezes, até banha de porco. A variabilidade da fonte de gordura é previsivelmente alta, uma vez que se pressupõe que os fornecedores desta matéria-prima sejam diversos.

A fim de obter uma forte perceção dos TFA em todo o território português, e sendo estas amostras vendidas normalmente sem rotulagem, foram adquiridas diversas amostras em diferentes áreas geográficas do país, num total de 81. A pastelaria vendida em supermercados também foi incluída neste grupo, perfazendo um total de 39 amostras. Os resultados encontram-se na Tabela 16, divididos em dois subgrupos: pastelaria sem massa folhada (n=29), onde estão incluídos os “croissants” simples, “donuts”, “waffles”, pão com recheio de chocolate ou creme, bolos de chocolate e “cupcakes”, e pastelaria com massa folhada (n=91), onde se inserem os “croissants” do tipo francês, palmiers, várias especialidades de pastelaria local e 3 amostras de massa folhada congelada, disponível ao consumidor nos supermercados. Estes estão ordenados de acordo com o conteúdo crescente de TFA na gordura total.

Como referido anteriormente, este grupo alimentar é um dos que carece maior preocupação devido à sua elevada frequência de consumo pela população portuguesa (cerca de 27,9%) (SPCNA, 2009).

Este grupo apresenta um número considerável de amostras com elevadas quantidades de TFA na gordura, em 100 g de produto e na dose (Tabela 16). Em média a pastelaria apresenta cerca de 2,0% de TFA em gordura, que varia de 0,1% a 8,5%, e 0,5 g por 100 g de produto. O valor mediano de TFA é de 1,2% na gordura total e a diferença entre o 3º e o 1º quartil é de 1,8%.

É interessante constatar que os valores encontrados neste grupo de alimentos foram estatisticamente diferentes ($p=0,018$), sendo mais elevados do que os que foram quantificados no grupo das “Margarinas e Gorduras para barrar” (Tabela 8). Devido a este facto, supõe-se que as gorduras utilizadas no fabrico de uma elevada quantidade de produtos de pastelaria são de outros produtores, provavelmente matérias importadas, visto que só assim se explicam teores tão elevados de TFA.

Tabela 16. Teor de TFA quantificado no grupo “Pastelaria”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| Sem massa folhada | 1091 | 0,07 | 0,01 | 0,00 | H | UE | 15 |
| | 1004 | 0,24 | 0,02 | 0,01 | V; H | PT | 60 |
| | 1187 | 0,46 | 0,16 | 0,18 | D | PT | 115 |
| | 1010 | 0,50 | 0,08 | 0,04 | V; H | PT | 45 |
| | 1006 | 0,54 | 0,17 | 0,06 | V; H | UE | 40 |
| | 1066 | 0,55 | 0,14 | 0,08 | O/V | UE | 60 |
| | 1037 | 0,57 | 0,14 | 0,07 | V | UE | 50 |
| | 1031 | 0,59 | 0,18 | 0,03 | O/V | UE | 15 |
| | 1219 | 0,60 | 0,06 | 0,05 | D | PT | 90 |
| | 1220 | 0,66 | 0,13 | 0,05 | V | PT | 45 |
| | 1063 | 0,68 | 0,22 | 0,10 | V; O | UE | 45 |
| | 1089 | 0,75 | 0,16 | 0,07 | O | UE | 45 |
| | 1035 | 0,81 | 0,17 | 0,09 | V | UE | 50 |
| | 1061 | 0,94 | 0,27 | 0,12 | V; H | UE | 50 |
| | 1011 | 0,94 | 0,20 | 0,09 | V; H; B | UE | 45 |
| | 1008 | 0,96 | 0,21 | 0,08 | H; V | PT | 40 |
| | 1007 | 1,10 | 0,25 | 0,10 | H; V | PT | 40 |
| | 1005 | 1,18 | 0,22 | 0,09 | V; H | PT | 40 |
| | 1097 | 1,23 | 0,30 | 0,14 | V/O | UE | 45 |
| | 1179 | 1,79 | 0,48 | 0,31 | D | PT | 65 |
| | 1003 | 1,98 | 0,64 | 0,20 | H; B | UE | 30 |
| | 1060 | 2,48 | 0,54 | 0,21 | B; H | UE | 40 |
| | 1172 | 2,63 | 0,55 | 0,55 | D | PT | 115 |
| | 1173 | 3,49 | 0,81 | 0,93 | D | PT | 85 |
| | 1000 | 3,61 | 0,51 | 0,39 | PH | PT | 80 |
| | 1185 | 4,47 | 1,43 | 0,71 | V; PH | UE | 50 |
| | 1070 | 5,75 | 1,13 | 0,51 | V | PT | 45 |
| | 1189 | 7,72 | 2,51 | 1,26 | D | PT | 50 |
| | 1001 | 8,07 | 0,93 | 1,02 | PH; H | PT | 110 |

Continua na página seguinte

Tabela 16 (cont). Teor de TFA quantificado no grupo “Pastelaria”.

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| Com massa folhada | 1104 | 0,28 | 0,10 | 0,08 | V | UE | 80 |
| | 1002 | 0,31 | 0,08 | 0,04 | PH | PT | 55 |
| | 1124 | 0,35 | 0,11 | 0,10 | V; O; PH | PT | 50 |
| | 1149 | 0,44 | 0,12 | 0,11 | D | PT | 95 |
| | 1182 | 0,46 | 0,15 | 0,10 | D | PT | 65 |
| | 1132 | 0,46 | 0,15 | 0,18 | D | PT | 80 |
| | 1186 | 0,46 | 0,10 | 0,08 | V | UE | 80 |
| | 1127 | 0,47 | 0,08 | 0,11 | D | PT | 65 |
| | 1103 | 0,47 | 0,18 | 0,10 | PH | PT | 50 |
| | 1118 | 0,48 | 0,08 | 0,06 | D | PT | 75 |
| | 1123 | 0,48 | 0,18 | 0,03 | PH | PT | 90 |
| | 1142 | 0,49 | 0,17 | 0,16 | D | PT | 95 |
| | 1120 | 0,49 | 0,05 | 0,05 | D | PT | 90 |
| | 1101 | 0,49 | 0,10 | 0,12 | D | PT | 120 |
| | 1143 | 0,49 | 0,11 | 0,05 | D | PT | 50 |
| | 1109 | 0,50 | 0,12 | 0,12 | D | PT | 100 |
| | 1112 | 0,56 | 0,19 | 0,17 | D | PT | 90 |
| | 1140 | 0,57 | 0,16 | 0,14 | D | PT | 90 |
| | 1147 | 0,59 | 0,17 | 0,15 | D | PT | 90 |
| | 1214 | 0,61 | 0,13 | 0,14 | D | PT | 110 |
| | 1108 | 0,60 | 0,18 | 0,13 | D | PT | 75 |
| | 1144 | 0,62 | 0,16 | 0,18 | M | PT | 115 |
| | 1102 | 0,63 | 0,13 | 0,16 | D | PT | 120 |
| | 1115 | 0,65 | 0,20 | 0,15 | D | PT | 75 |
| | 1062 | 0,65 | 0,17 | 0,10 | V; O; B | UE | 57 |
| | 1141 | 0,66 | 0,23 | 0,22 | D | PT | 100 |
| | 1098 | 0,66 | 0,27 | 0,42 | PH; H | PT | 160 |
| | 1175 | 0,66 | 0,17 | 0,10 | D | PT | 60 |
| | 1125 | 0,67 | 0,15 | 0,07 | D | PT | 60 |
| | 1230 | 0,67 | 0,15 | 0,20 | D | PT | 130 |
| | 1180 | 0,68 | 0,17 | 0,19 | D | PT | 110 |
| | 1233 | 0,68 | 0,14 | 0,23 | D | PT | 165 |
| | 1111 | 0,68 | 0,19 | 0,17 | D | PT | 90 |
| | 1208 | 0,70 | 0,28 | 0,28 | D | PT | 100 |
| | 1181 | 0,70 | 0,18 | 0,26 | D | PT | 145 |
| | 1238 | 0,72 | 0,17 | 0,25 | D | PT | 150 |
| | 1218 | 0,74 | 0,14 | 0,24 | D | PT | 170 |
| | 1217 | 0,78 | 0,20 | 0,22 | D | PT | 110 |
| | 1105 | 0,79 | 0,20 | 0,10 | D | UE | 50 |
| | 1067 | 0,80 | 0,19 | 0,09 | V/O | UE | 45 |
| | 1099 | 0,80 | 0,22 | 0,10 | V; H | UE | 45 |
| | 1096 | 0,81 | 0,29 | 0,12 | V | UE | 40 |
| | 1126 | 0,82 | 0,20 | 0,12 | D | PT | 140 |
| | 1210 | 0,83 | 0,27 | 0,31 | D | PT | 115 |
| | 1107 | 0,83 | 0,28 | 0,22 | D | PT | 80 |
| | 1113 | 0,84 | 0,21 | 0,13 | D | PT | 65 |
| | 1110 | 0,85 | 0,22 | 0,32 | D | PT | 145 |
| | 1232 | 0,86 | 0,22 | 0,12 | D | PT | 55 |
| | 1212 | 0,88 | 0,30 | 0,39 | D | PT | 135 |
| | 1114 | 0,89 | 0,33 | 0,38 | D | PT | 115 |
| | 1237 | 0,90 | 0,20 | 0,25 | D | PT | 130 |
| | 1229 | 0,95 | 0,26 | 0,21 | D | PT | 80 |

Continua na página seguinte

Tabela 16 (cont). Teor de TFA quantificado no grupo "Pastelaria".

| Tipo | Código Amostra | % TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Origem | Dose (g) |
|--------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------|----------|
| | 1176 | 0,97 | 0,17 | 0,19 | D | PT | 110 |
| | 1130 | 1,00 | 0,31 | 0,17 | D | PT | 90 |
| | 1174 | 1,02 | 0,15 | 0,30 | D | PT | 195 |
| | 1177 | 1,02 | 0,19 | 0,16 | D | PT | 85 |
| | 1036 | 1,26 | 0,21 | 0,17 | V; H | UE | 80 |
| | 1131 | 1,39 | 0,08 | 0,07 | D | PT | 120 |
| | 1228 | 1,46 | 0,24 | 0,29 | D | PT | 120 |
| | 1178 | 1,73 | 0,47 | 0,40 | D | PT | 85 |
| | 1129 | 1,81 | 0,22 | 0,13 | D | PT | 55 |
| | 1119 | 1,93 | 0,51 | 0,56 | D | PT | 110 |
| | 1148 | 1,97 | 0,46 | 0,70 | D | PT | 150 |
| | 1216 | 2,32 | 0,54 | 0,81 | D | PT | 150 |
| | 1106 | 2,41 | 0,53 | 0,35 | D | PT | 65 |
| | 1211 | 2,43 | 0,67 | 0,80 | D | PT | 120 |
| | 1171 | 2,63 | 0,55 | 0,55 | D | PT | 100 |
| | 1190 | 2,65 | 0,66 | 0,50 | D | PT | 75 |
| | 1121 | 2,66 | 0,98 | 1,17 | D | PT | 120 |
| | 1128 | 2,99 | 0,62 | 0,40 | D | PT | 60 |
| | 1116 | 3,13 | 0,82 | 0,82 | D | PT | 100 |
| | 1215 | 3,38 | 1,27 | 1,59 | D | PT | 125 |
| | 1227 | 3,52 | 0,52 | 0,67 | D | PT | 130 |
| | 1213 | 3,57 | 1,34 | 1,21 | D | PT | 95 |
| | 1139 | 4,21 | 1,82 | 1,37 | D | PT | 75 |
| | 1145 | 5,70 | 0,80 | 0,56 | D | PT | 70 |
| | 1133 | 5,71 | 0,65 | 0,53 | D | PT | 65 |
| | 1146 | 5,81 | 1,64 | 2,14 | D | PT | 130 |
| | 1117 | 6,03 | 1,98 | 2,08 | D | PT | 105 |
| | 1236 | 6,40 | 1,98 | 1,78 | D | PT | 90 |
| | 1235 | 6,46 | 1,61 | 2,90 | D | PT | 180 |
| | 1136 | 6,73 | 1,79 | 1,16 | D | PT | 120 |
| | 1138 | 6,90 | 1,91 | 2,87 | D | PT | 150 |
| | 1137 | 7,11 | 2,29 | 4,13 | D | PT | 180 |
| | 1209 | 7,41 | 2,17 | 3,03 | D | PT | 140 |
| | 1188 | 7,87 | 2,11 | 2,42 | D | PT | 115 |
| | 1184 | 7,90 | 1,64 | 1,40 | D | PT | 85 |
| | 1183 | 8,47 | 2,11 | 1,48 | D | PT | 70 |
| Massa folhada congelada | 1084 | 0,41 | 0,13 | 0,05 | V/O | UE | 40 |
| | 1095 | 0,62 | 0,24 | 0,09 | H | PT | 40 |
| | 1192 | 2,09 | 0,88 | 0,35 | V; PH | PT | 40 |
| Média | | 1,96 | 0,49 | 0,48 | | | |
| Mediana | | 1,18 | 0,29 | 0,18 | | | |
| Máximo | | 8,47 | 2,51 | 4,13 | | | |
| Mínimo | | 0,07 | 0,01 | 0,00 | | | |
| Amplitude interquartil | | 1,84 | 0,38 | 0,40 | | | |
| DP | | 2,19 | 0,59 | 0,71 | | | |
| Amostras não conformes | | 28% | | 24% | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; V: gordura vegetal; O/V: óleo e gordura vegetal; O: óleo vegetal; PH: gordura parcialmente hidrogenada; H: gordura hidrogenada; M: margarina; B: manteiga; D: desconhecido; PT: Portugal; UE: União Europeia; DP: desvio-padrão.

Cerca de 28% das amostras sem massa folhada foram preparadas com gorduras contendo mais do que 2% de TFA. Baseado no peso de cada bolo de pastelaria, altamente

variável, 17% das amostras ultrapassam os 0,5 g de TFA por unidade (limite imposto a partir de 2006 pela FDA (Moss, 2006)). O subgrupo de pastelaria com massa folhada também tem 30% das amostras preparadas com gorduras que continham mais de 2% de TFA e 25% tem mais de 0,5 g por dose, alcançando, no pior caso, 4,1 g por dose. Analisando a Tabela 16, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois subgrupos, verificando-se em média a mesma quantidade de TFA ($1,9\% \pm 2,1$) na gordura utilizada nos dois subgrupos de amostras (sem e com massa folhada), destacando que as gorduras utilizadas são semelhantes e que, provavelmente, a principal fonte de variabilidade é o produtor de gordura. Comparativamente, no caso da Alemanha a pastelaria com massa folhada apresenta em média na gordura 2,7% de TFA e a pastelaria sem massa folhada 7,3% (Kuhnt *et al.*, 2011), valores elevados relativamente aos 1,9% observados neste estudo.

As amostras foram também analisadas através do tipo de gordura declarado no rótulo. No entanto, a maioria ($n=81$) eram de pastelaria local, vendidas sem embalagem ou rótulo, sendo assinaladas com “D” (Desconhecido) na Tabela 16. Quando as amostras embaladas ($n=39$), todas de pastelaria industrial, são comparadas com as de pastelaria de fabrico próprio, são encontrados valores estatísticos que indicam que o teor de TFA na gordura é significativamente diferente ($p=0,017$), sendo mais elevado no segundo subgrupo (com 1,3% e 2,3%, respetivamente). Estes valores confirmam que as fontes de gordura são diferentes nos dois tipos de fabricação, sublinham o compromisso das indústrias para reduzir os TFA e reforçam o efeito secundário da “rotulagem”, já que todas as amostras industriais são embaladas e rotuladas obrigatoriamente pelo menos para os ingredientes, enquanto a pastelaria local é vendida sem embalagem. Através da análise do rótulo, tentou-se diferenciar as amostras em função da sua origem, Portugal (PT) vs outros países da União Europeia (UE), mas os resultados foram claramente influenciados pelo facto de todas as amostras da UE serem embaladas, enquanto a maioria das de PT não tinham rótulo.

Neste grupo também se incluíram três amostras de massa folhada congelada, disponíveis para utilização doméstica, duas das quais indicavam a presença de gorduras hidrogenadas ou parcialmente hidrogenadas. Apenas a amostra com gordura parcialmente hidrogenada apresenta valores de cerca de 2% de TFA. Um estudo desenvolvido em 2007 onde foram analisadas as quantidades de TFA em diversos alimentos franceses, demonstrou que este tipo de produto continha 6,4 g/100g de TFA (Laloux *et al.*, 2007), valor bastante maior comparativamente com o encontrado no presente trabalho (0,4 g/100g).

A avaliação nutricional a alguns produtos de pastelaria portuguesa desenvolvida em 2006 (Casal *et al.*, 2006), demonstrou que de entre todos os produtos analisados o “croissant” folhado era o que continha maiores quantidades de TFA, variando entre 3% e 14% conforme a pastelaria de origem, seguido do pastel tradicional “jesuíta” (Casal *et al.*,

2006). Também no estudo europeu (TRANSFAIR Study, 1995/1996) são encontrados nos “croissants” teores de TFA de 9% (Hulshof *et al.*, 1999). No estudo aqui apresentado, o “jesuíta” apresenta valores superiores ao “croissant”, variando entre 0,6% e 8,5% de TFA (média 2,7%), e o “croissant” contém teores de TFA que variam entre 0,5% e 6,5% (média 2,1%). No entanto, pressupõe-se que a base de gordura utilizada para este tipo de pasteis de massa folhada seja a mesma. No caso particular do “croissant”, através da análise direta de dados verifica-se uma redução substancial das quantidades de gordura hidrogenada utilizada desde os primeiros resultados obtidos pelo estudo TRANSFAIR (1995/1996).

Em relação aos dados encontrados noutros países para este grupo, tanto a Áustria como a Nova Zelândia, a Suíça e o Irão mostram teores maiores aos obtidos neste estudo, sendo 3,9%, 4,3%, 6,1% e 36,1%, respetivamente (Saunders *et al.*, 2008; Wagner *et al.*, 2008; Richter *et al.*, 2009; Nazari *et al.*, 2012). Contrariamente, na pastelaria turca o teor de TFA foi de 1,1% na gordura (Cakmak *et al.*, 2011). Já na China, os dados obtidos (2,0%) foram similares aos do presente estudo (Chung *et al.*, 2013). Em Espanha, uma revisão sobre o conteúdo destas gorduras demonstrou que os TFA na gordura variavam entre 0 e 40,0% (Griguol *et al.*, 2007), diminuindo significativamente para valores de 0,7% em 2012 para pastelaria industrial (Ansorena *et al.*, 2013). Na Alemanha, dois estudos também revelaram quantidades elevadas de TFA em produtos de pastelaria (média 5,2%), com variações entre 0 e 35% de TFA num estudo (Kuhnt *et al.*, 2011) e de 0,1 a 27% noutro (Fritsche *et al.*, 2010). Estes autores também concluíram que os produtos de pastelaria sem embalagem tinham quantidades mais elevadas de TFA em comparação com os embalados. O presente estudo mostra resultados semelhantes, sendo os produtos de pastelaria adquiridos em unidades de fabricação local a conterem mais TFA.

Quanto à origem geográfica das amostras, o número reduzido de itens em algumas regiões específicas invalida uma diferenciação consistente (Figura 14). Ainda assim, os valores aparentemente mais elevados são encontrados nas amostras do Norte de Portugal, quando comparados com os do Centro e Sul. Através de consulta geral na internet concluiu-se que existe uma oferta enorme de possíveis fornecedores de gordura para pastelaria. No entanto, a informação acessível sobre a origem ou a composição das gorduras é reduzida e as tentativas de contacto foram infrutíferas, conforme referido.

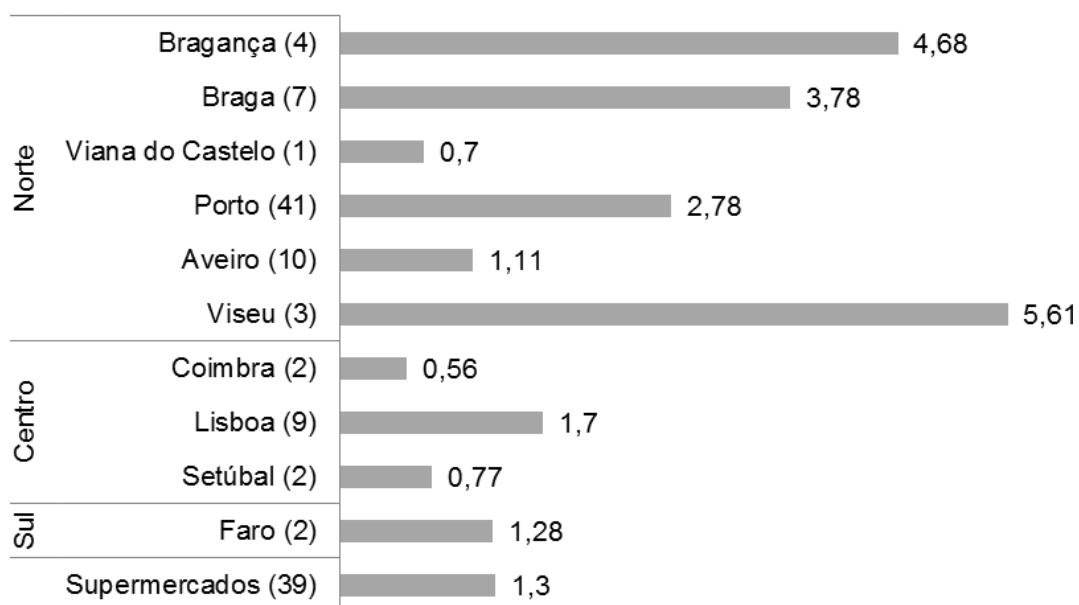


Figura 14. Origem geográfica (número de amostras) e quantidades médias de TFA na gordura (%) das amostras do grupo “Pastelaria”.

3.1.9 “Fast food”

Finalmente, e sendo esta uma preocupação generalizada no consumo de TFA, foram analisadas amostras de algumas das mais importantes cadeias de “fast food” com representação em todo o mundo. As batatas fritas, quando presentes nos menus, foram analisadas separadamente permitindo a distinção da origem dos TFA. A Tabela 17 detalha os resultados para produtos à base de carne/peixe (“nuggets”, pizza e hambúrgueres) e os menus completos com a dose recomendada de batata.

As três amostras que ultrapassam os 2% de TFA em gordura tinham uma elevada quantidade de queijo e carne, sendo a análise em ácidos gordos consistente com a elevada presença de gordura de ruminantes. Portanto, a maioria destes valores de TFA correspondem, provavelmente, a TFA de origem natural. Da mesma forma, todas as amostras de batatas fritas que fazem parte dos menus de “fast food” analisados têm menos de 0,7% de TFA total na gordura, como discutido anteriormente na Tabela 10 (secção “Batatas fritas”), sendo certamente a maioria dos TFA nos menus de hambúrguer provenientes do queijo e da carne.

Tabela 17. Quantidade de TFA no grupo “Fast food”.

| Tipo | Código Amostra | %TFA (gordura) | % TFA (produto) | TFA (g/dose) | Tipo Gordura | Descrição | Origem | Dose (g) |
|-------------------------------|----------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------------------------------|--------|----------|
| “Fast food” | 1170 | 0,38 | 0,06 | 0,01 | D | “Nuggets” de peixe | EU | 25 |
| | 1167 | 0,38 | 0,06 | 0,04 | D | “Nuggets” de frango | EU | 70 |
| | 1169 | 0,48 | 0,09 | 0,03 | D | “Nuggets” de frango | EU | 30 |
| | 1168 | 0,54 | 0,10 | 0,10 | D | “Nuggets” de frango | EU | 100 |
| | 1261 | 0,61 | 0,08 | 0,10 | D | “Nuggets” de frango | EU | 125 |
| | 1260 | 2,41 | 0,23 | 0,28 | D | Pizza (queijo + fiambre) | EU | 240 |
| | 1262 | 2,42 | 0,33 | 0,98 | D | Hambúrguer (queijo) | EU | 300 |
| | 1263 | 3,07 | 0,40 | 0,67 | D | Hambúrguer (queijo) | EU | 170 |
| | 1264 | 0,46 | 0,07 | 0,12 | D | “Nuggets” de frango + Batatas fritas | EU | 160 |
| | 1265 | 0,46 | 0,08 | 0,14 | D | “Nuggets” de frango + Batatas fritas | EU | 170 |
| | 1266 | 0,66 | 0,08 | 0,20 | D | “Nuggets” de frango + Batatas fritas | EU | 370 |
| | 1267 | 1,69 | 0,22 | 0,72 | D | “Cheeseburger” + Batatas fritas | EU | 350 |
| | 1268 | 1,39 | 0,19 | 1,06 | D | Hambúrguer + Batatas fritas | EU | 500 |
| Média | | 1,15 | 0,15 | 0,34 | | | | |
| Mediana | | 0,86 | 0,12 | 0,16 | | | | |
| Máximo | | 3,07 | 0,40 | 1,06 | | | | |
| Mínimo | | 0,38 | 0,06 | 0,01 | | | | |
| Amplitude interquartil | | 1,23 | 0,15 | 0,57 | | | | |
| DP | | 0,95 | 0,11 | 0,38 | | | | |
| Amostras não conformes | | 23% | | 31% | | | | |

TFA: ácidos gordos *trans*; D: desconhecido; PT: Portugal; UE: União Europeia; DP: desvio-padrão.

Ainda assim, os resultados obtidos neste estudo são baixos (1,1%) em relação aos encontrados na Áustria (2,2%) (Wagner *et al.*, 2008) e na Suíça (2,5%) (Richter *et al.*, 2009). Também foram encontradas quantidades de TFA de 4 g por dose em “nuggets” e batatas pré-fritas portuguesas na pesquisa desenvolvida por Stender e colegas em 2006, quantidades visivelmente superiores às atuais (Tabela 17). De acordo com estes autores, existia uma ampla variabilidade de TFA produzidos industrialmente entre cadeias alimentares de “fast food” assim como dentro das mesmas em países diferentes. As quantidades de TFA por dose em restaurantes KFC, por exemplo, diferiam de país para país, obtendo valores de menos de 1 g na Alemanha e 24 g na Hungria. De salientar, ainda, que países como a Hungria, a República Checa, a Polónia, a Bulgária e os EUA continham na composição dos seus produtos de “fast food” 42, 41, 38, 37 e 36 g de TFA por dose, respetivamente. Em 2009, as quantidades de TFA na Hungria, República Checa e Polónia decresceram, no entanto, ainda continham teores substanciais (Stender *et al.*, 2012).

Relativamente à pizza, são encontrados dados similares aos obtidos neste estudo na Áustria (1,8%) (Wagner *et al.*, 2008) e na França (0,3 g /100g) (Laloux *et al.*, 2007). Um decréscimo é observado quando comparados aos valores mostrados no estudo TRANSFAIR (1995/1996) (7,9%) para pizzas portuguesas (Hulshof *et al.*, 1999). Todavia, estes 2,4% de TFA na gordura da pizza analisada são provenientes, provavelmente, de TFA com origem ruménica, uma vez que esta continha grandes quantidades de queijo e fiambre.

3.1.10 Conteúdo de TFA de acordo com o tipo de gordura rotulada

Conforme referido no capítulo de “Materiais e Métodos”, na secção 2.3 (Amostragem), esta pesquisa centrou-se em amostras que indicavam conter gordura hidrogenada ou parcialmente hidrogenada na lista de ingredientes. Todavia, também se incluíram várias amostras sem rótulo (38%) de classes conhecidas por conterem quantidades elevadas de TFA, como a pastelaria e o “fast food”. Para além disso, em grupos como o das pipocas, apenas uma amostra foi encontrada com gordura hidrogenada declarada no rótulo. Dessa forma, as outras amostras de pipocas foram adquiridas para fins de controlo, apesar de serem rotuladas com gordura vegetal e, portanto, provavelmente sem preocupação com os TFA.

Excluindo as amostras sem rotulagem, a gordura hidrogenada foi mais comumente mencionada (39%, n=66), com 8 amostras (12%) a ultrapassar 2% de TFA no teor de gordura (incluindo 5 do Brasil). Já a gordura parcialmente hidrogenada foi declarada em menos amostras, representando 11% dos rótulos (n=19), sendo que cerca de um terço destas continham quantidades de TFA superiores a 2% na gordura. A gordura vegetal foi a que surgiu com maior frequência (68%, n=113), geralmente em combinação com óleos vegetais, gorduras hidrogenadas ou gorduras parcialmente hidrogenadas. Das amostras apenas com gordura vegetal, somente 2 ultrapassavam os 2% de TFA na gordura.

Globalmente, os grupos das “margarinas e gorduras para barrar”, “batatas fritas”, “caldos e sopas instantâneas” e “pipocas” apresentam baixas quantidades de TFA, encontrando-se em conformidade com o tipo de gordura detalhado no seu rótulo, principalmente gorduras vegetais. Na categoria de produtos de padaria e cereais de pequeno-almoço, três amostras continham a informação na lista de ingredientes de gordura parcialmente hidrogenada, mas em todas se verificam baixos teores de TFA na gordura e, portanto, desprezáveis por dose. Da mesma forma, o grupo “snacks de chocolate e sobremesas” tem duas amostras que indicavam gordura parcialmente hidrogenada mas a quantidade de TFA é de 0,5% no extrato lipídico.

Relativamente ao grupo das “bolachas” (Tabela 15), 17 das 23 amostras do tipo cobertas/recheadas e 8 das 13 amostras do tipo “wafer” foram preparadas com gordura hidrogenada. A referência de gordura parcialmente hidrogenada (PH), expectavelmente com maior quantidade de TFA, está presente em apenas duas bolachas folhadas com origem portuguesa, apresentando 0,7% e 7,8% de TFA na gordura. A elevada prevalência de gorduras hidrogenadas neste grupo é determinante para os valores elevados de TFA encontrados, particularmente em amostras que não pertencem à UE.

Apesar de ser impossível discutir o tipo de gordura utilizado nas amostras sem rotulagem, com base nos conteúdos de TFA obtidos no grupo da pastelaria, pode-se inferir que as gorduras parcialmente hidrogenadas estão certamente presentes em quantidades elevadas.

Especial atenção deve ser dada à simplificação ou incorreção dos ingredientes nos rótulos, pois verifica-se que duas amostras rotuladas com a utilização de apenas gordura vegetal na sua produção têm um teor de TFA superior a 2%, obtendo um máximo de 22,9% numa bolacha “wafer”. Assim sendo, apesar de a maioria dos rótulos analisados já conterem uma indicação clara da gordura utilizada, em conformidade com o Regulamento da UE Nº1169/2011, ainda existe alguma rotulagem inadequada. Com efeito, a origem vegetal das gorduras não é perdida durante a hidrogenação mas implica resíduos de TFA devido à redução das insaturações no produto final. Ainda assim, a fonte mais comum de TFA deveria ser gorduras parcialmente hidrogenadas, onde a hidrogenação é realizada apenas a um certo ponto, preservando as insaturações dos ácidos gordos e concedendo propriedades tecnológicas mais adequadas, enquanto produz TFA (Bednarski e Adamczak, 2003; O’Brien, 2009b). Neste estudo, as gorduras hidrogenadas são mais prevalentes, mas detetou-se uma elevada concentração de TFA em algumas gorduras deste género, sendo, provavelmente, gorduras parcialmente hidrogenadas em vez de totalmente hidrogenadas. Estes resultados destacam a rotulagem incorreta de ingredientes e, provavelmente, alguns equívocos entre gorduras hidrogenadas, parcialmente hidrogenadas e gorduras vegetais entre os fabricantes de alimentos ou tradutores dos rótulos.

Os efeitos na saúde dos TFA e o seu conteúdo nos alimentos devem ser divulgados para que os produtores e os consumidores possam agir de forma consciente (Mozaffarian e Willett, 2007; Hissanaga *et al.*, 2012). De acordo com Remig e colaboradores (2010) a educação do consumidor é muito importante. Os autores salientam que os programas educacionais devem ser desenvolvidos para melhorar a capacidade dos consumidores na identificação da presença de gordura parcialmente hidrogenada na lista de ingredientes dos rótulos. As gorduras hidrogenadas são mais baratas do que os seus hómologos tecnológicos e, portanto, potencialmente presentes em maior quantidade nos alimentos ou

marcas de menor custo. Este foi o caso das bolachas brasileiras e de alguns doces de baixo custo adquiridos em lojas locais. Apesar de não ser exclusivo, destaca-se para um risco maior de consumidores com menores recursos.

Neste contexto, há uma necessidade evidente de desenvolver políticas públicas em educação e comunicação, com o objetivo de ajudar a população a compreender as informações fornecidas pelos rótulos dos produtos alimentares.

3.1.11 Comparações estatísticas entre o conteúdo de Gordura total, TFA e SFA

De forma a comparar todos os alimentos analisados neste estudo foram calculadas as quantidades médias obtidas, da gordura total, dos TFA e gorduras saturadas (SFA), por 100g de gordura e por 100g de produto. Apesar de não constituir um objetivo deste estudo, a constatação de uma elevada presença de SFA constitui um fator de alerta e por isso incluiu-se na discussão. No cálculo dos valores médios optou-se pela exclusão das 6 amostras brasileiras com valores de TFA alarmantes. O teor em gordura médio foi de 27,3%, variando de 1,8% (pão industrial fatiado, 1064) a 92,7% (margarina industrial, 1226) (Tabela 18).

O total de TFA na gordura extraída foi, em média, de 1,87%, variando entre 0,06% (mousse de chocolate, 1221) e 30,1% (bolacha recheada, 1034). Por 100g de produto (Tabela 18), o teor de TFA variou entre 0,01 g (“beijinhos de baunilha”, 1091) e 6,02 g (bolacha recheada, 1034), com uma média global nas amostras analisadas de 0,47 g. De acordo com estes dados, verifica-se que existe uma elevada variabilidade nos teores de TFA tanto entre os grupos das amostras analisadas como dentro dos próprios grupos. Assim sendo, 51,9% da variância total é explicada pelas variações entre os diferentes grupos de alimentos, isto é, são encontradas, por exemplo em média, quantidades muito maiores de TFA na pastelaria (0,5 g/100g) do que nas batatas fritas (0,2 g/100g), e 48,1% é explicada por diferenças dentro dos grupos de alimentos onde são obtidas amplas variações de TFA. São exemplos os grupos das bolachas e da pastelaria, que apresentam, respetivamente, valores de TFA desde os 0,02 g até aos 6,02 g e dos 0,01 g até aos 2,51 g em 100 g de amostra analisada, podendo-se supor que estes valores são devidos à alta variabilidade da fonte de gordura.

O teor em gordura saturada na gordura extraída foi, em média, de 51,6%, variando entre 10,4% (batatas pré-fritas, 1163) e 95,8% (bolacha “wafer”, 1041). Por 100g de produto

(Tabela 18), o teor de SFA variou entre 0,48 g (pão industrial fatiado, 1065) e 51,55 g (manteiga, 1255), com uma média global nas amostras analisadas de 13,9 g.

Relativamente às gorduras saturadas e ao total de gordura utilizadas nas amostras estudadas, observa-se uma situação contrária à dos TFA, já que existe elevada concordância (baixa variabilidade) dentro dos grupos, cerca de 77% para os SFA e 79,5% para a gordura total. Deste modo, é consistente a utilização de quantidades semelhantes tanto de gordura saturada como de gordura total na produção do mesmo género de produtos. Já entre grupos de alimentos diferentes verifica-se maior variabilidade nos teores de SFA e gordura total utilizados (cerca de 23% e 20,5%, respetivamente), uma vez que se encontram valores com elevada amplitude, variando entre os 0,5 g/100g e os 51,6 g/100g nos SFA e entre os 1,8 g/100g e 92,7 g/100g de gordura total.

Tabela 18. Quantidades da gordura total, TFA e SFA obtidas em todos os alimentos analisados.

| | Gordura total (g) | TFA (g/100g) | SFA (g/100g) |
|----------------------|--------------------------|---------------------|---------------------|
| Média (DP) | 27,3 (14,3) | 0,47 (0,78) | 13,88 (7,97) |
| Mediana (AIQ) | 23,6 (15,8) | 0,19 (0,27) | 11,51 (8,77) |
| Máx.-Mín. | 1,8-92,7 | 0,01-6,02 | 0,48-51,55 |
| ICC | 79,5% | 48,1%* | 77,0%** |
| SEM | 8,0 | 1,0* | 0,72** |

TFA: ácidos gordos *trans*; SFA: ácidos gordos saturados; DP: desvio-padrão; AIQ: amplitude interquartil; ICC: correlação entre classes; SEM: erro padrão da média.

*transformação logarítmica do TFA, ** transformação raiz quadrada do SFA.

3.2 Consumo de Ácidos Gordos *Trans* no Porto

Não sendo este um objetivo específico do presente estudo, será apenas descrita uma breve informação sobre uma estimativa de consumo de TFA e SFA com base em dados individuais de consumo de uma amostra de base populacional.

A avaliação do consumo alimentar demonstra ser um dos maiores desafios em estudos epidemiológicos e, apesar de importantes avanços científicos nesta área, uma das maiores dificuldades reside em obter métodos eficazes para avaliar com precisão o consumo de alimentos. Pelo facto de todos os indivíduos estarem de certa forma expostos, da biodisponibilidade dos alimentos ser altamente variável, de estarem todos inter-relacionados, de haver desconhecimento ou modificação da composição dos alimentos e pela dificuldade de estabelecer padrões alimentares no tempo, a avaliação alimentar torna-se um processo bastante complexo (Lopes *et al.*, 2006).

Desta forma, e para que se possam implementar políticas alimentares adequadas e desenvolver medidas concretas tendo em vista o planeamento da educação alimentar, é essencial monitorizar o consumo alimentar da população.

De modo a obter uma estimativa da ingestão de TFA e de SFA na população portuguesa, foram utilizados dados disponíveis através do estudo “Consumo alimentar no Porto”, disponibilizados pelo Instituto de Saúde Pública da Universidade do Porto (ISPUP). Este estudo foi desenvolvido no âmbito do projeto EPIPorto – Inquérito de Saúde e Nutrição do Porto, que integra uma coorte de base populacional de indivíduos não institucionalizados (Ramos *et al.*, 2004). Foram recolhidas informações alimentares, através de um questionário semi-quantitativo de frequência alimentar (QFA), a uma amostra de 2485 adultos com idades compreendidas entre os 18 e os 92 anos (Lopes *et al.*, 2006). Na presente análise foi utilizada uma subamostra de 400 adultos com idade entre os 21 e os 65 anos reavaliados em 2010-2011, no âmbito da referida coorte.

Observou-se que o consumo de óleos e gorduras de adição (excluindo as utilizadas na confeção), tem uma frequência de consumo diário de 65,7%. O consumo de cereais e derivados (incluindo diversos tipos de pão, cereais, bolachas do tipo simples) é realizado diariamente por quase todos os indivíduos inquiridos (99,9%). Também se verifica que alimentos como os doces e os pastéis, onde estão incluídos a pastelaria tradicional portuguesa, os “snacks” de chocolate, todo o tipo de bolachas, excluindo as simples, e as sobremesas, são consumidos diariamente por uma elevada percentagem de indivíduos (81,5%).

De facto, através destes dados, observa-se que os grupos com maior prevalência de TFA e de SFA (o grupo das bolachas e da pastelaria) têm um elevado consumo pela população. Assim sendo, ao analisar a frequência de consumo destes grupos de alimentos com os valores de TFA e SFA obtidos analiticamente no presente estudo, conclui-se que, em média, 2,8% (n=12) e 78,6% (n=328) da amostra analisada consome produtos com quantidades significativas (superiores ao recomendável) de TFA (<1% da energia diária) (FAO, 2010) e SFA (<9% da energia diária) (Regulamento (UE) Nº1169/2011), respetivamente. Quando se comparam os alimentos que contêm maiores percentagens de TFA com a frequência do seu consumo, constata-se que 11,7% (n=49) dos indivíduos estudados consomem regularmente este tipo de alimentos, isto é, apenas uma baixa percentagem da população ingere alimentos que contêm na sua composição elevadas quantidades de TFA produzidos industrialmente. Já no caso dos SFA, a situação é bastante diferente, sendo que a maioria da população inquirida, cerca de 81,5% (n=340), tem na sua dieta alimentos com elevados teores de gorduras saturadas.

Através destes dados conclui-se que, apesar de não haver um consumo global médio preocupante de níveis elevados de TFA, ele pode existir em subgrupos da população, já que são vários os produtos de pastelaria com grandes quantidades deste tipo de gordura na sua confeção, sendo necessário implementar medidas de controlo nesse setor e sensibilizar os pasteleiros para que as gorduras utilizadas no fabrico dos pastéis não contenham gorduras hidrogenadas. Situação, sem dúvida preocupante, continuam a ser os conteúdos elevados de SFA utilizados para produzir a maior parte dos alimentos processados. Este facto pode dever-se à pressão social e à legislação reguladora sobre os TFA de origem industrial, que têm sido gradualmente substituídos por SFA em vez de MUFA *cis*, ou pelo aumento do conteúdo total de gordura, especialmente nos EUA e na Europa (Stender *et al.*, 2009).

Com o objetivo de verificar a quantidade de TFA consumidos em diversos países, têm sido efetuados estudos. No entanto, vários fatores dificultam a comparação entre o consumo das várias populações, dado que os estudos diferem nas metodologias de recolha de informação alimentar utilizadas, reportam-se a diferentes períodos de tempo, bem como as estimativas individuais do consumo de TFA dependem muito do estilo de vida, da cultura alimentar e do desenvolvimento de cada país (Lopes *et al.*, 2006; Corrêa e Ramos, 2008).

No estudo realizado a nível europeu (TRANSFAIR Study, 1995/1996), foi analisado o consumo de ácidos gordos proveniente de produtos de panificação, incluindo as bolachas e a pastelaria. Nessa época, o consumo de gordura total, bastante variável entre países, foi menor em Portugal (3-4%) enquanto o maior ocorreu na Suécia (13%). Nesse estudo, também concluíram que os países do norte da Europa consumiam quantidades de TFA superiores a 4,0 g/dia em oposição aos do sul, que apresentavam valores médios de consumo de 2,0 g diárias (Hulshof *et al.*, 1999).

Assim, Portugal encontrava-se na década de 1990, nos países que apresentavam valores mínimos de consumo de TFA, com cerca de 1,6 g/dia, comparativamente com países como a Bélgica (4,1 g/dia), a Holanda (4,3 g/dia) e a Islândia (5,4 g/dia) (Craig-Schmidt, 2006), como demonstra a Figura 15. O consumo de cerca de 0,5 g/dia de TFA em Portugal era proveniente dos mesmos grupos alimentares que se verificam ser os que mais contribuem para o consumo atual da população portuguesa: bolachas e pastelaria.

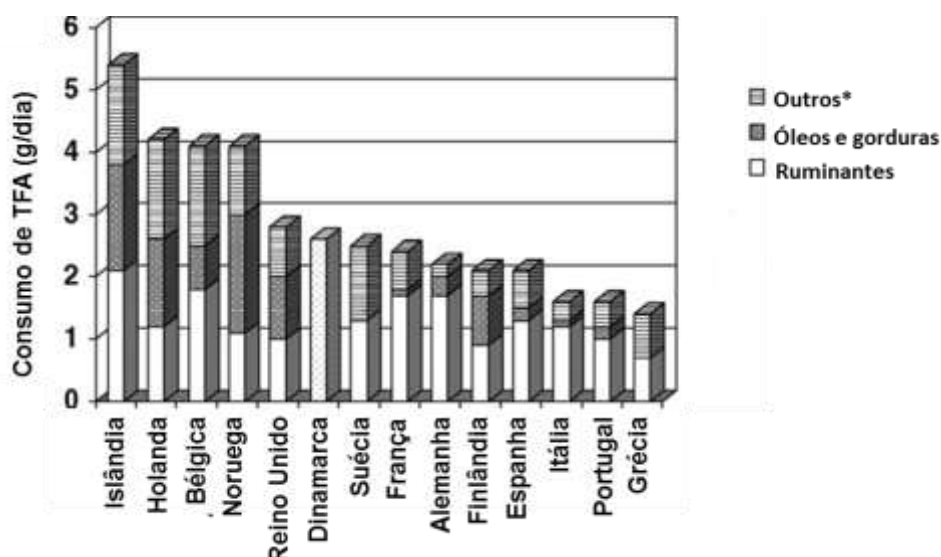


Figura 15. Consumo de TFA nos países europeus especificando as fontes alimentares obtido no TRANSFAIR Study (1995/1996). Outros*: bolachas, pão doce, sobremesas, grãos, sopas, temperos, “snacks”, batatas fritas, “fast food”, etc. (Adaptado de Craig-Schmidt, 2006)

Um estudo realizado em 2007 mostrou que o consumo de TFA na França aumentou, visto que em 1999 os alimentos tanto de origem ruménica como industrial forneciam cerca de 2,3 g/dia de TFA e em 2007 esse valor era de 3,0 g/dia (Laloux *et al.*, 2007). Esse aumento pode ser justificado pela escolha dos consumidores por alimentos prontos a comer, de rápida preparação, todos eles normalmente com elevadas quantidades de TFA.

Noutros continentes, as estimativas de consumo de TFA foram um pouco menores do que o dos padrões alimentares ocidentais, com valores que variavam entre 3 g e os 8 g/dia para a alimentação australiana, 0,6 g/dia para a Coreia e 0,1 g a 0,3 g/dia para o Japão (Craig-Schmidt, 2006).

Relativamente ao consumo de SFA, num estudo desenvolvido mundialmente onde pretendiam ter uma perspetiva global do consumo de gordura, países como os Camarões, Nova Zelândia, Áustria, Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha, Hungria e Suécia tiveram estimativas de consumo de SFA superiores a 14% do consumo energético total. Apenas oito dos 28 países analisados neste estudo (Nigéria, Tanzânia, México, China, Japão, Coreia do Sul, a ilha de Taiwan e Portugal) tiveram uma ingestão média destas gorduras inferior aos 10% de energia diária recomendáveis pela WHO (Elmadfa e Kornsteiner, 2009). Deste modo, apesar de terem sido encontradas elevadas quantidades de gorduras saturadas em vários alimentos portugueses, o seu consumo populacional não se revela aparentemente muito problemático (Lopes *et al.*, 2006).

Capítulo 4

Conclusões

Com base nas 268 amostras analisadas pode-se inferir que os TFA estão presentes nos produtos alimentares portugueses, mas a situação global requer apenas maior preocupação em dois casos específicos: na pastelaria e nas bolachas. Os produtos de pastelaria, especialmente os não-industriais, têm uma elevada prevalência de amostras com TFA superiores a 2% na gordura e quantidades elevadas por dose. Esta observação é consistente em todo o território Português e pode estar associada a uma elevada prevalência de consumidores regulares. Sendo oposta à situação já regularizada encontrada nos principais produtores nacionais de margarinas e gorduras, tal como foi confirmado no presente estudo, pode-se supor que as gorduras utilizadas na preparação destes produtos são, provavelmente, importadas. A recomendação direta aos importadores/distribuidores de gorduras para padaria e pastelaria para indicarem as quantidades de TFA nas fichas técnicas dos produtos, a par de uma recomendação generalizada para os produtores de pastelaria verificarem os valores de TFA nos produtos adquiridos, provavelmente contribuiria para a sua redução. Ainda assim, estas medidas só serão eficazes se ambas as partes intervenientes reconhecerem a sua importância. Se os consumidores forem pessoas informadas também podem fazer pressão sobre os produtores de pastelaria, no entanto, isso exigiria maior informação sobre as gorduras hidrogenadas, claramente ainda não divulgada. Como as novas diretrizes de rotulagem europeia não serão informativas sobre o conteúdo de TFA, uma vez que estes não são declarados no momento, nenhuma prova da sua presença estará disponível para suportar as decisões do consumidor. Portanto, qualquer recomendação ou controlo devem ser implementadas antes, de preferência sobre as matérias-primas – margarinas e “shortenings”.

As bolachas importadas também são produtos a ter em atenção, principalmente as do Brasil. Algumas têm valores de TFA elevadíssimos, variando entre 14,9% e 30,1%, comparativamente à pior amostra da UE, das 268 analisadas, com 9,2% de TFA. Sendo originárias do Brasil, estas amostras tinham claramente as quantidades de TFA por dose identificadas no rótulo, contudo esta informação não é inteligível para a maioria dos consumidores. Além disso, estas amostras estavam disponíveis em lojas de baixo custo, o que pode aumentar a frequência de consumo em determinados grupos da população com baixos rendimentos económicos.

Em relação ao tipo de gordura utilizada, a indicação de gordura hidrogenada é mais prevalente do que a indicação de gordura parcialmente hidrogenada. Os valores médios de TFA foram mais elevados (2,7%) em produtos com gordura hidrogenada, contrariamente ao expectável, com 13% das amostras a ultrapassar os 2% de TFA. As amostras que contêm gordura parcialmente hidrogenada têm 1,9% de TFA, em média, com 32% a ultrapassar os 2% de TFA. A rotulagem inadequada/incorrecta revela-se também uma preocupação

importante, porque verifica-se que 7% de amostras sem gorduras hidrogenadas ou parcialmente hidrogenadas têm mais de 1% de TFA.

Deve ser feita uma referência final para o facto de que a maioria dos rótulos analisados já ter uma indicação clara da gordura vegetal usada, de acordo com o Regulamento N°1169/2011. A maioria dos produtos do grupo das bolachas mencionam o uso de gordura de palma assim como de palmiste e de coco, embora estas últimas com menos frequência. Estas são alternativas mais baratas conhecidas por serem altamente saturadas (80-90%). Apesar de serem uma alternativa melhor à gordura hidrogenada, o facto de serem altamente saturadas torna-as também potencialmente deletérias.

Em Portugal, o consumo de ácidos gordos *trans* é baixo. Todavia, a diminuição efetiva do seu uso e consumo pode demorar bastante tempo, dada a adaptação cultural e tecnológica que requer. Trata-se, contudo, de uma medida importante, considerando-se que o resultado desse controlo será a melhoria da saúde da população, com consequente redução de gastos com saúde.

Em suma, com o presente estudo verificaram-se quantidades baixas de TFA nos alimentos portugueses apesar da ausência de legislação específica para o limite do seu uso. Este facto pode dever-se à redução voluntária das quantidades de TFA por parte das indústrias produtoras de margarina a nível nacional. Contudo, apenas esta estratégia revela-se insuficiente uma vez que, não havendo uniformidade nas empresas para a diminuição da utilização destas gorduras, surgem produtos alimentares com teores de TFA superiores ao recomendável.

Capítulo 5

Referências Bibliográficas

- Aldai N., de Renobales M., Barron L., e Kramer J. (2013). What are the *trans* fatty acids issues in foods after discontinuation of industrially produced *trans* fats? Ruminant products, vegetable oils, and synthetic supplements. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115: 1378-1401.
- Amaral E., Cruz J., Martins I., Ramos M., Camacho M., e Remígio J. (1998). Ácidos gordos *trans* nos alimentos portugueses – Enquadramento no estudo TRANSFAIR e metodologia. *Revista Portuguesa de Nutrição*, 3(3): 5-18.
- Ansorena D., Echarte A., Ollé R., e Astiasarán I. (2013). 2012: No *trans* fatty acids in Spanish bakery products. *Food Chemistry*, 138: 422-429.
- ANVISA (2003). National Sanitary Surveillance Agency in Brazil. *Resolution RDC nº 360*, Diário Oficial União. 26 december, Section 1.
- Ascherio A. (2006). *Trans* fatty acids and blood lipids. *Atherosclerosis Supplements*, 7: 25-27.
- Astrup A. (2006). The *trans* fatty acid story in Denmark. *Atherosclerosis Supplements*, 7: 43-46.
- Balbinot E., Arenhart M., Batista C., Prochnow L., e Blasi T. (2009). Interesterification as alternative to nutritional negative implications of *trans* fats. *Disciplinarum Scientia*, Ciências da saúde, 10(1): 31-44.
- Baylin A., Siles X., Donovan-Palmer A., Fernandez X., e Campos H. (2007). Fatty acid composition of Costa Rican foods including *trans* fatty acid content. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 182-192.
- Bednarski W., e Adamczak M. (2003). *Modified lipids and fat mimetics*, in Sikorski Z., e Kolakowska A – “Chemical and functional properties of food lipids”. 1st Edition, CRC Press. United States of America, capítulo 15.
- Bezelgues J-B, e Destailats F. (2009). *Formation of trans fatty acids during deodorization of edible oils*, in Destailats F., Sébédio J., Dionisi F., e Chardigny, J. – “*Trans Fatty Acids in Human Nutrition*”. 2nd Edition, The Oily press. UK, capítulo 3: 65-75.

- Bezelgues J-B., e Dijkstra A. (2009). *Formation of trans fatty acids during catalytic hydrogenation of edible oils*, in Destailats F., Sébédio J., Dionisi F., e Chardigny, J. – “*Trans Fatty Acids in Human Nutrition*”. 2nd Edition, The Oily press. UK, capítulo 2: 43-63.
- Bhardwaj S., Passi S., e Misra A., (2011). Overview of *trans* fatty acids: biochemistry and health effects. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 5: 161-164.
- Booker C., e Mann J. (2008). *Trans fatty acids and cardiovascular health: translation of the evidence base*. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 18: 448-456.
- Brouwer I., Wanders A., e Katan M. (2010). Effect of animal and industrial *trans* fatty acids on HDL and LDL cholesterol levels in humans – A quantitative review. *PLoS ONE*, 5(3):1-10.
- Byrd-Bredbenner C., Beshgetoor D., Moe G., e Berning J. (2009). *Wardlaw's Perspectives in Nutrition*. 8th Edition, McGraw-Hill. New York, capítulo 6: 188-223.
- Cakmak Y., Guler G., Yigit S., Caglav G., e Aktumsek A. (2011). Fatty acid composition and *trans* fatty acids in crisps and cakes in turkey's markets. *International Journal of Food Properties*, 14: 822-829.
- Casal S., Morais E., Mendes B., Noronha C., Lopes J., Silva C., Delerue-Matos M., e Oliveira B. (2008). *Fat composition of Portuguese bakery products: an update on trans isomers and saturated fatty acids*. AOAC, International workshop (Europe), 17-18 April, Lisbon.
- Casal S., Noronha B., Mendes E., e Oliveira M. (2006). Avaliação nutricional de produtos de pastelaria. *Alimentação Humana*, 12(1): 21-27.
- Casal S., e Oliveira B. (2010). *Fatty Acids: GC Analysis*, in Cazes J. – “*Encyclopedia of Chromatography*”. 3rd Edition, Taylor & Francis. EUA, volume 2: 833-845.
- Chardigny J-M., e Combe N. (2009). *Dietary trans fatty acids: from the mother's diet to the infant*, in Destailats F., Sébédio J., Dionisi F., e Chardigny, J. – “*Trans Fatty Acids in Human Nutrition*”. 2nd Edition, The Oily press. UK, capítulo 12: 319-328.

- Chiara V., Sichieri R., e Carvalho T. (2003). *Trans fatty acids of some foods consumed in Rio de Janeiro, Brasil. Revista de Nutrição*, Campinas, 16(2): 227-233.
- Cohen J., Rifas-Shiman S., Rimm R., Oken E., e Gillman M. (2011). Maternal *trans* fatty acid intake and fetal growth. *American Journal of Clinical Nutrition*, 94: 1241-1247.
- Corrêa B., e Ramos K. (2008). *Ácidos graxos trans e a alimentação moderna*. Monografia de Especialização apresentada ao Curso de Especialização em Gastronomia e Saúde. Centro de Excelência em Turismo. Universidade de Brasília, Brasília. 36 pp.
- Craig-Schmidt M. (2006). World-wide consumption of *trans* fatty acids. *Atherosclerosis Supplements*, 7: 1-4.
- Craig-Schmidt M., e Teodorescu C. (2008). *Trans fatty acids in foods*, in Chow C. – “Fatty Acids in Foods and their Health Implications”. 3rd Edition, CRC Press. United States of America, capítulo 15: 377-437.
- Cruz R., Casal S., Mendes E., Costa A., Santos C., e Morais S. (2013). Validation of a single-extraction procedure for sequential analysis of vitamin E, cholesterol, fatty acids, and total fat in seafood. *Food Analytical Methods*, 6(4): 1196-1204.
- Chung S., Tong S., Lin V., Chen M., Ma J., Xiao Y., e Ho Y. (2013). *Trans fatty acids in the Hong Kong food supply. Hindawi Publishing Corporation*, Article ID 327582, 7 pp.
- deMan J. (2008). *Chemical and physical properties of fatty acids*, in Chow C. “Fatty Acids in Foods and their Health Implications”. 3rd Edition, CRC Press. United States of America, 2: 17-45.
- DHHS/FDA (2003) Department of Health and Human Services/Food and Drug Administration. Food labeling: *trans* fatty acids in nutrition labeling; nutrient content claims, and health claims: final rule, July 11; 68. Federal register: 41433–41506.
- Dhaka V., Gulia N., Ahlawat K.S., e Khatkar B.S. (2011). *Trans fats – sources, health risks and alternative approach – a review. Journal of Food Science and Technology*, 48(5): 534-541.

- Dijkstra A. (2006). Revisiting the formation of *trans* isomers during partial hydrogenation of triacylglycerol oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108: 249-264.
- Dijkstra A. (2012). Kinetics and mechanism of the hydrogenation process – the state of the art. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 114: 985-998.
- Downs S., Thow A., e Leeder S. (2013). The effectiveness of policies for reducing dietary *trans* fat: a systematic review of the evidence. *Bulletin of the World Health Organization*, 91: 262–269H.
- Duhem K. (2009). *Legislation relating to trans fatty acids*, in Destailats F., Sébédio J., Dionisi F., e Chardigny, J. – “*Trans Fatty Acids in Human Nutrition*”. 2nd Edition, The Oily press. UK, capítulo 14: 381-394.
- Eckel R., Borra S., Lichtenstein A., e Yin-Piazza S. (2007). Understanding the complexity of *trans* fatty acid reduction in the American Diet: American Heart Association *Trans* Fat Conference 2006: Report of the *trans* fat conference planning group. *Journal of the American Heart Association*, 115: 2231-2246.
- EFSA – European Food Safety Authority (2004). Request n° EFSA-Q-2003-022: Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related the presence of *trans* fatty acids in foods and the effect on human health of the consumption of *trans* fatty acids. *The EFSA Journal*, 81: 1-49.
- Elmadfa I., e Kornsteiner M. (2009). Dietary fat intake – A global perspective. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 54(suppl 1): 8-14.
- Enjalbert F., e Troegeler-Meynadier A. (2009). *Biosynthesis of trans fatty acids in ruminants*, in Destailats F., Sébédio J., Dionisi F., e Chardigny, J. – “*Trans Fatty Acids in Human Nutrition*”. 2nd Edition, The Oily press. UK, capítulo 1: 1-42.
- Estadella D., do Nascimento C., Oyama L., Ribeiro E., Dâmaso A., e de Piano A. (2012). Lipotoxicity: effects of dietary saturated and *trans* fatty acids. *Mediators of Inflammation*, Article ID 137579, 13 pp.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010). Fats and fatty acids in human nutrition – Report of an expert consultation. *Food and Nutrition paper*, 91: 1-166.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014). *Food Supply*. Acedido em: 12 de maio de 2014, em: <http://faostat3.fao.org>.

FDA – U.S. Food and Drug Administration (2003). *Guidance for industry: trans fatty acids in nutrition labeling, nutrient content claims, health claims; Small entity compliance guide*. Acedido em: 5 de junho de 2014, em: <http://www.fda.gov>.

FIPA – Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares (2005). *Iniciativas da indústria alimentar para a promoção dos estilos de vida saudáveis*. Vitalidade XXI. Acedido em: 7 de janeiro de 2014, em: <http://www.fipa.pt>.

Fritsche J., Petersen K., e Jahreis G. (2010). *Trans* octadecenoic fatty acid (TFA) isomers in German foods and bakery goods. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 112: 1363-1368.

Gebauer S., Chardigny J., Jakobsen M., Lamarche B., Lock A., Proctor S., e Baer D. (2011). Effects of ruminant *trans* fatty acids on cardiovascular disease and cancer: A comprehensive review of epidemiological, clinical, and mechanistic studies. *Advances in Nutrition*, 2: 332-354.

Griguol V., León-Camacho M., e Vicario I. (2007). Revisión de los niveles de ácidos grasos *trans* encontrados en distintos tipos de alimentos. *Grasas y aceites*, 58(1): 87-98.

Gunstone F. (2006a). *Introduction: Modifying lipids – why and how?*, in Gunstone F. “Modifying lipids for use in food”. 1st Edition, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England, capítulo 1: 6-13.

Gunstone F. (2006b). *Vegetable sources of lipids*, in Gunstone F. “Modifying lipids for use in food”. 1st Edition, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England, capítulo 2: 15-31.

- Hissanaga V., Proença R., e Block J. (2012). *Trans fatty acids in Brazilian food products: a review of aspects related to health and nutrition labeling. Revista de Nutrição*, Campinas, 25(4): 517-530.
- Hu F., Manson J., e Willet W. (2001). Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(1): 5-19.
- Hulshof K.F., van Erp-Baart M.A., Anttolainen M., Becker W., Church S.M., Couet C., Hermann-Kunz E., Kesteloot H., Leth T., Martins I., Moreiras O., Moschandreas J., Pizzoferrato L., Rimestad A.H., Thorgeirsdottir H., Van Amelsvoort J.M., Aro A., Kafatos A.G., Lanzmann-Petithory D., e van P.G. (1999). Intake of fatty acids in western Europe with emphasis on *trans* fatty acids: the TRANSFAIR Study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53: 143-157.
- Hunter J. (2006). Dietary *trans* fatty acids: review of recent human studies and food industry responses. *Lipids*, 41(11): 967-992.
- Hunter J. (2008). *Safety and health effects of trans fatty acid*, in Chow C. – “Fatty Acids in Foods and their Health Implications”. 3rd Edition, CRC Press. United States of America, capítulo 31: 757-790.
- IHS Chemical – Information Handling Services (2012). *Fats and Oils Industry Overview*. Chemical Economics Handbook. Acedido em: 28 de abril de 2014, em: <http://www.ihs.com>.
- Innis S. (2006). *Trans fatty intakes during pregnancy, infancy and early childhood. Atherosclerosis Supplements*, 7: 17-20.
- ISO 15304 (2002). *Animal and vegetable fats and oils - Determination of the content of trans fatty acid isomers of vegetable fats and oils - Gas chromatographic method*. International Organization for Standardization, Switzerland.
- ISO 12966-2 (2011). *Animal and vegetable fats and oils - Gas chromatography of fatty acid methyl esters – Part 2: Preparation of methyl esters of fatty acids*. International Organization for Standardization, Switzerland.

- Jayathilakan K., Sultana K., Radhakrishna K., e Bawa A.S. (2011). Utilization of byproducts and waste materials from meat, poultry and fish processing industries: a review. *J Food Sci Technol*, 49(3): 278-293.
- Johnson L. (2002). Recovery, refining, converting, and stabilizing edible fats and oils, in Akoh C., e Min D – “Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology.” 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc. New York, capítulo 8: 241-291.
- Juanéda P., Ledoux M., e Sébédio J-L. (2007). Analytical methods for determination of *trans* fatty acid content in food. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109: 901-917.
- Khor G., e Esa N. (2008). *Trans fatty acids intake: epidemiology and health implications*, in Dijkstra A., Hamilton R., e Hamm W. – “*Trans Fatty Acids*”. 1st Edition, Blackwell Publishing. UK, capítulo 2: 27-40.
- Kohlmeier L., Simonsen N., van’t Veer P., Strain J., Martin-Moreno J., Margolin B., Hutunen J., Navajas J., Martin B., Thamm M., Kardinal A., e Kok F. (1997). Adipose tissue *trans* fatty acids and breast cancer in the European community multicenter study on antioxidants, myocardial infarction, and breast cancer. *Cancer Epidemiol Biomark Prev*, 6(9):705-710.
- Kolakowska A., e Sikorski Z. (2003). *The role of lipids in food quality*, in Sikorski Z., e Kolakowska A – “*Chemical and functional properties of food lipids*”. 1st Edition, CRC Press. United States of America, capítulo 1: 1-8.
- Krettek A., Thorpenberg S., e Bondjers G. (2008). *Trans fatty acids and health: A review of health hazards and existing legislation. Policy department economic and scientific policy, European Parliament*, PE 408.584. 25 pp.
- Kuhnt K., Baehr M., Rohrer C., e Jahreis G. (2011). *Trans fatty acid isomers and the trans-9/trans-11 index in fat containing foods. European Journal of Lipid Science and Technology*, 113: 1281-1292.
- Kummerow F. (2009). The negative effects of hydrogenated *trans* fats and what to do about them. *Atherosclerosis*, 205: 458-465.

- L'Abbé M., Stender S., Skeaff M., Ghafoorunissa, e Tavella M. (2009). Approaches to removing *trans* fats from the food supply in industrialized and developing countries. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63: S50–S67.
- Laloux L., du Chaffaut L., Razanamahefa L., e Lafay L. (2007). *Trans* fatty acid content of foods and intake levels in France. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109: 918-929.
- Larqué E., Zamora S., e Gil A. (2001). Dietary *trans* fatty acids in early life: a review. *Early Human Development*, 65: S31-S41.
- Ledoux M., Juanédab P., e Sébédio J. (2007). *Trans* fatty acids: definition and occurrence in foods. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109: 891-900.
- Ledoux M., Laloux L., e Wolff R. (2000). Analytical methods for determination of *trans*-C18 fatty acid isomers in milk fat. A review. *Analisis*, 28: 402-412.
- Leth T., Jensen H., Mikkelsen A., e Bysted A. (2006). The effect of the regulation on *trans* fatty acid content in Danish food. *Atherosclerosis Supplements*, 7: 53-56.
- List G., e King J. (2006). *Hydrogenation of lipids for use in food*, in Gunstone F. “Modifying lipids for use in food”. 1st Edition, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England, capítulo 9: 175-202.
- Lopes C., Oliveira A., Santos C., Ramos E., Gaio R., Severo M., e Barros H. (2006). Consumo alimentar no Porto. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. Acedido em: 30 de junho de 2014, em: www.consumoalimentarporto.med.up.pt.
- Malpuech-Brugère C., Morio B., e Mensink R. (2009). *Dietary trans fatty acids and cardiovascular disease risk*, in Destailats F., Sébédio J., Dionisi F., e Chardigny, J. – “Trans Fatty Acids in Human Nutrition”. 2nd Edition, The Oily press. UK, capítulo 11: 307-318.
- Martin C., Carapelli R., Visantainer J., Matsushita M., e Sousa N. (2005). *Trans* fatty acid content of Brazilian biscuits. *Food Chemistry*, 93: 445-448.

- McDonald R., e Mossoba M. (2002). *Methods for trans fatty acid analysis*, in Akoh C., e Min D – “Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology.” 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc. New York, capítulo 6: 187-221.
- McNamara D. (2010). Palm oil and health: A case of manipulated perception and misuse of science. *Journal of the American College of Nutrition*, 29(3): 240S-244S.
- Menaa F., Menaa A., Tréton J., e Menaa B. (2013). Technological approaches to minimize industrial *trans* fatty acids in foods. *Journal of Food Science*, 78(3): 377-386.
- Mensink R., e Katan M. (1990). Effect of dietary *trans* fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *New England Journal of Medicine*, 323: 439-445.
- Monge-Rojas R., Colón-Ramos U., Jacoby E., e Mozaffarian D. (2011). Voluntary reduction of *trans*-fatty acids in Latin America and the Caribbean: current situation. *Revista Panamerica de Salud Publica*, 29(2): 126-129.
- Moss J. (2006). Labeling of *trans* fatty acid content in food, regulations and limits – The FDA view. *Atherosclerosis Supplements*, 7: 57-59.
- Mossoba M., Kramer J., Delmonte P., Yurawecz M., e Rader J. (2003). *Official methods for determination of trans fat*. 3rd Edition, AOCS Press. Ilinóis, EUA.
- Motard-Bélanger A., Charest A., Grenier G., Paquin P., Chouinard Y., Lemieux S., Couture P., e Lamarche B. (2008). Study of the effect of *trans* fatty acids from ruminants on blood lipids and other risk factors for cardiovascular disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87: 593-599.
- Mozaffarian D., Abdollahi M., Campos H., HoushiarRad A., e Willett W.C. (2007). Consumption of *trans* fats and estimated effects on coronary heart disease in Iran. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61: 1004-1010.
- Mozaffarian D., e Clarke R. (2009). Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with other fats and oils. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63: 22-33.

- Mozaffarian D., Katan M.B., Ascherio A., Stampfer M.J., e Willett W.C. (2006). *Trans fatty acids and cardiovascular disease. New England Journal of Medicine*, 354: 1601-1613.
- Mozaffarian D., e Willett W. (2007). *Trans fatty acids and cardiovascular risk: a unique cardiometabolic imprint?. Current Atherosclerosis Reports*, 9: 486-493.
- Murphy D. (2006). *Plant breeding to change lipid composition for use in food*, in Gunstone F. “Modifying lipids for use in food”. 1st Edition, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England, capítulo 12: 275-307.
- Napolitano G., e Giuffrida F. (2009). *Replacement of partially hydrogenated oils in food products: a technological challenge*, in Destailats F., Sébédio J., Dionisi F., e Chardigny, J. – “*Trans Fatty Acids in Human Nutrition*”. 2nd Edition, The Oily press. UK, capítulo 6: 147-162.
- Nazari B., Asgary S., e Azadbakht L. (2012). Fatty acid analysis of Iranian junk food, dairy, and bakery products: Special attention to *trans*-fats. *Journal of Research in Medical Sciences*, 17(10): 952-957.
- O’Brien R. (2009a). *Raw materials*, in O’Brien R. – “Fats and oils - formulating and processing for applications”. 3rd Edition, CRC Press. United States of America, capítulo 1: 1-59.
- O’Brien R. (2009b). *Fats and Oils Processing*, in O’Brien R. – “Fats and oils - formulating and processing for applications”. 3rd Edition, CRC Press. United States of America, capítulo 2: 62-115.
- Oh K., Hu F., Manson E., Stampfer M., e Willett W. (2005). Dietary fat intake and risk of coronary heart disease in women: 20 years of follow-up of the nurses’ health study. *American Journal of Epidemiology*, 161(7): 672-679.
- O’Keefe S. (2002). *Nomenclature and classification of lipids*, in Akoh C., e Min D – “Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology.” 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc. New York, capítulo 1: 3-37.

- Oliveira M., e Ferreira M. (1993). Controlo de qualidade de margarinas. Avaliação do teor das formas *trans* dos ácidos gordos das margarinas de fabrico nacional. *Revista Portuguesa de Nutrição*, 4(2): 38-46.
- Oviedo K. (2010). *Análise comparativa das experiências de regulação de gorduras trans em alimentos processados no Brasil, Canadá, Dinamarca e Estados Unidos*. Dissertação de Mestrado em Metrologia. Programa de Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 141 pp.
- Pavan R. (2008). *Avaliação dos teores dos ácidos graxos trans em margarinas e cremes vegetais após a resolução RDC 360 (ANVISA)*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos. Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, São Paulo. 110 pp.
- Parlamento Europeu, 2014. Report of the workshop on “*Trans fat*” hold on Brussels, on the 5th november 2013, requested by the European Parliament’s Committee on Enviromment, public health and food safety. IP/A/ENVI/WS/2013-24, PE 518.744.
- Ramos E., Lopes C., e Barros H. (2004). Investigating the effect of nonparticipation using a population-based case-control study on myocardial infarction. *Ann Epidemiology*, 14(6): 437-441.
- Ratnayake W., e Cruz-Hernandez C. (2009). *Analysis of trans fatty acids of partially hydrogenated vegetable oils and dairy products*, in Destailats F., Sébédio J., Dionisi F., e Chardigny, J. – “*Trans Fatty Acids in Human Nutrition*”. 2nd Edition, The Oily press. UK, capítulo 5: 105-146.
- Regulamento (UE) nº 1169/2011 de 25 de outubro relativo à prestação de informação aos consumidores sobre géneros alimentícios. *Jornal oficial da União Europeia* nº 304/11. Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia.
- Remig V., Franklin B., Margolis S., Kostas G., Nece T., e Rua J. (2010). *Trans fats in America: a review of their use, consumption, health implications, and regulation*. *Journal of the American Dietetic Association*, 110: 585-592.

- Richter E., Shawish K., Scheeder M., e Colombani P. (2009). *Trans* fatty acid content of selected Swiss foods: The TransSwissPilot study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22: 479-484.
- Roe M., Pinchen H., Church S., Elahi S., Walker M., Farron-Wilson M., Buttriss J., e Finglas P. (2013). *Trans* fatty acids in a range of UK processed foods. *Food Chemistry*, 140: 427-431.
- Ruiz-Rodriguez A., Reglero G., e Ibañez E. (2010). Recent trends in the advanced analysis of bioactive fatty acids. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51: 305-326.
- Sánchez-Villegas A., Verberne L., De Irala J., Ruíz-Canela M., Toledo E., Serra-Majem L., e Martínez-González M. (2011). Dietary fat intake and the risk of depression: the SUN Project. *PLoS ONE*, 6(1): e16268.
- Santos L., Cruz R., e Casal S. (2015). *Trans* fatty acids in commercial cookies and biscuits: An update of Portuguese market. *Food Control*, 47: 141-146.
- Saunders D., Jones S., Devane G., Scholes P., Lake R., e Paulin S. (2008). *Trans* fatty acids in the New Zealand food supply. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: 320-325.
- Scheeder M. (2006). *Lipids from land animals*, in Gunstone F. "Modifying lipids for use in food". 1st Edition, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England, capítulo 3: 32-59.
- Scheeder M. (2007). About the *trans*-(hi) story: how did *trans* fatty acids enter the human food chain. *American Oil Chemical Society*, 18(2): 133-135.
- Shahidi F., e Wanasundara P. (2002). *Extraction and analysis of lipids*, in Akoh C., e Min D – "Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology." 2nd Edition, Marcel Dekker, Inc. New York, capítulo 5: 151-186.
- Silveira B., Gonzalez-Chica D., e Proença R. (2013). Reporting of *trans*-fat on labels of Brazilian food products. *Public Health Nutrition*, 16(12): 2146-2153.

- Slattery M., Benson J., Ma K., Schaffer D., e Potter J. (2001). *Trans fatty acids and colon cancer*. *Nutr Cancer*, 39(2): 170-175.
- Smedes F. (1999). Determination of total lipid using non-chlorinated solvents. *Analyst*, 124: 1711-1718.
- SPCNA – Sociedade Portuguesa de Ciências da Nutrição e Alimentação (2009). *Como comem os Portugueses? - Alimentação e Estilos de Vida da População Portuguesa*. Acedido em: 7 de julho de 2014, em: <http://www.spcna.pt>.
- Stender S., Astrup A., e Dyerberg J. (2008). Ruminant and industrially produced *trans* fatty acids: health aspects. *Food & Nutrition Research*.
- Stender S., Astrup A., e Dyerberg J. (2009). Correspondence: What went in when *trans* went out?. *The New England Journal of Medicine*, 361(3): 314-316.
- Stender S., Astrup A., e Dyerberg J. (2012). A *trans* European Union difference in the decline in *trans* fatty acids in popular foods: a market basket investigation. *British Medical Journal Open*, 2: e000859.
- Stender S., Dyerberg J., Bysted A., Leth T., e Astrup A. (2006). A *trans* world journey. *Atherosclerosis Supplements*, 7: 47-52.
- Tarrago-Trani M., Phillips K., Lemar L., e Holden J. (2006). New and existing oils and fats used in products with reduced *trans* fatty acid content. *Journal of the American Dietetic Association*, 106: 867-880.
- Teixeira A., Dias V., Pase C., Roversi K., Bouffleur N., Barcelos R., Benvegnú D., Trevizol F., Dolci G., Carvalho N., Quatrin A., Soares F., Reckziegel P., Segat H., Rocha J., Emanuelli T., e Bürger M. (2012). Could dietary *trans* fatty acids induce movement disorders? Effects of exercise and its influence on Na⁺K⁺-ATPase and catalase activity in rat striatum. *Behavioural Brain Research*, 226: 504-510.
- Tonetto G., Sánchez J., Ferreira M., e Damiani D. (2009). Partial hydrogenation of sunflower oil: use of edible modifiers of the *cis/trans*-selectivity. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 299: 88-92.

- Torres D., Casal S., Oliveira M., e Ferreira M. (2000). Matérias gordas para barrar: evolução da composição em ácidos gordos e isómeros *trans* de amostras de diferentes anos de produção. *Revista Portuguesa de Nutrição*, 10(1 e 2): 59-64.
- Torres D., Casal S., e Oliveira M. (2002). Fatty acid composition of Portuguese spreadable fats with emphasis on *trans* isomers. *European Food Research Technology*, 214: 108-111.
- Uauy R., Aro A., Clarke R., Ghafoorunissa R., L'Abbé M., Mozaffarian D., Skeaff M., Stender S., e Tavella M. (2009). WHO Update on *trans* fatty acids: summary and conclusions. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63: S68-S75.
- Wagner K-H., Plasser E., Proell C., e Kanzler S. (2008). Comprehensive studies on the *trans* fatty acid content of Austrian foods: Convenience products, fast food and fats. *Food Chemistry*, 108: 1054-1060.
- Wang Y., e Protor S. (2013). Current issues surrounding the definition of *trans*-fatty acids: implications for health, industry and food labels. *British Journal of Nutrition*, 110: 1369-1383.
- WHO (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *WHO technical report series*, 916: 0-160. Geneva.
- WHO (2011). *Global status report on noncommunicable diseases 2010*. Geneva. Acedido em: 21 de janeiro de 2014, em: <http://www.who.int..>
- WHO (2013). *European ministerial conference on nutrition and noncommunicable diseases in the context of health 2020*, Vienna, Austria.
- Willett W. (2006). *Trans fatty acids and cardiovascular disease – epidemiological data. Atherosclerosis Supplements*, 7: 5-8.
- Xu X., Guo Z., Zhang H., Vikbjerg A., e Damstrup M. (2006). *Chemical and enzymatic interesterification of lipids for use in food*, in Gunstone F. – “Modifying lipids for use in food”. 1st Edition, Woodhead Publishing Limited. Cambridge, England, capítulo 11: 236-274.

Zamora R., e Hidalgo F. (2004). *Fatty Acids*, in Nollet L. – “Handbook of Food Analysis - Volume 1”. 2nd Edition, CRC Press. Bélgica, capítulo 9: 221-274.

Żbikowska A. (2010). Formation and properties of *trans* fatty acids – A review. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*, 60(2): 107-114.

Anexos

Anexo 1. Informação detalhada das amostras analisadas.

| Código | Tipo | Origem | Gordura | % TFA (gordura) | Gord. total (g/100g) | Dose (g) | TFA g/dose |
|--------|--------------------|------------|---------|--------------------|-------------------------|-------------|---------------|
| 1000 | pastelaria | PT | PH | 3,61 | 14,10 | 80 | 0,39 |
| 1001 | pastelaria | PT | PH;H | 8,07 | 11,54 | 110 | 1,02 |
| 1002 | pastelaria | PT | PH | 0,31 | 25,19 | 55 | 0,04 |
| 1003 | pastelaria | UE | H;B | 1,98 | 32,43 | 30 | 0,20 |
| 1004 | pastelaria | PT | V;H | 0,24 | 8,50 | 60 | 0,01 |
| 1005 | pastelaria | PT | V;H | 1,18 | 18,76 | 40 | 0,09 |
| 1006 | pastelaria | UE | V;H | 0,54 | 30,74 | 40 | 0,06 |
| 1007 | pastelaria | PT | H;V | 1,10 | 22,24 | 40 | 0,10 |
| 1008 | pastelaria | PT | H;V | 0,96 | 21,47 | 40 | 0,08 |
| 1009 | bolachas | UE | H | 0,47 | 27,20 | 19 | 0,02 |
| 1010 | pastelaria | PT | V;H | 0,50 | 16,52 | 45 | 0,04 |
| 1011 | pastelaria | UE | V; H; B | 0,94 | 21,47 | 45 | 0,09 |
| 1012 | bolachas | PT | M | 3,25 | 24,74 | 35 | 0,27 |
| 1013 | pipocas | UE | V | 0,66 | 13,62 | 30 | 0,03 |
| 1014 | bolachas | UE | V | 0,53 | 16,46 | 40 | 0,03 |
| 1015 | chocolate p/barrar | UE | O/V;H | 0,86 | 37,28 | 20 | 0,14 |
| 1016 | bolachas | PT | O/V;H | 0,51 | 3,85 | 40 | 0,01 |
| 1017 | bolachas | UE | O;H | 1,56 | 26,11 | 45 | 0,18 |
| 1018 | bolachas | PT | H | 0,83 | 26,82 | 30 | 0,07 |
| 1019 | bolachas | Brazil | H | 21,40 | 14,57 | 30 | 0,93 |
| 1020 | bolachas | UE | H;V | 0,94 | 19,54 | 55 | 0,10 |
| 1021 | bolachas | UE | H | 0,22 | 31,42 | 20 | 0,01 |
| 1022 | bolachas | Brazil | H | 23,93 | 17,51 | 30 | 1,26 |
| 1023 | bolachas | E.ÁrabesU. | H | 0,65 | 17,59 | 30 | 0,03 |
| 1024 | bolachas | Brazil | H | 20,06 | 15,02 | 30 | 0,90 |
| 1025 | bolachas | Brazil | H | 14,88 | 17,55 | 30 | 0,78 |
| 1026 | chocolate p/barrar | UE | O;H | 0,45 | 34,69 | 20 | 0,03 |
| 1028 | bolachas | UE | O/V | 0,56 | 20,51 | 30 | 0,03 |
| 1029 | bolachas | PT | M | 0,44 | 18,40 | 40 | 0,03 |
| 1030 | bolachas | PT | V | 0,34 | 20,83 | 30 | 0,02 |
| 1031 | pastelaria | UE | V/O | 0,59 | 29,80 | 15 | 0,03 |
| 1032 | bolachas | PT | H;V | 0,35 | 18,42 | 32 | 0,02 |
| 1033 | bolachas | PT | H; V | 1,38 | 14,82 | 45 | 0,08 |
| 1034 | bolachas | Brazil | H | 30,14 | 19,96 | 30 | 1,80 |
| 1035 | pastelaria | UE | V | 0,81 | 21,51 | 50 | 0,09 |
| 1036 | pastelaria | UE | O/V;H | 1,26 | 16,62 | 80 | 0,17 |
| 1037 | pastelaria | UE | V | 0,57 | 24,43 | 50 | 0,07 |
| 1038 | bolachas | PT | O/V;H | 0,73 | 26,65 | 45 | 0,09 |
| 1039 | bolachas | PT | O/V | 0,32 | 31,76 | 30 | 0,03 |
| 1040 | bolachas | UE | B;H | 1,11 | 22,07 | 20 | 0,05 |
| 1041 | bolachas | UE | H | 0,24 | 27,29 | 40 | 0,03 |
| 1042 | bolachas | Brazil | V | 22,91 | 22,92 | 30 | 1,58 |
| 1043 | bolachas | UE | H;V | 0,30 | 25,48 | 40 | 0,03 |
| 1044 | bolachas | UE | H;V | 0,39 | 25,89 | 26 | 0,03 |
| 1045 | bolachas | UE | V | 1,00 | 31,12 | 40 | 0,12 |
| 1046 | bolachas | PT | V | 0,65 | 32,93 | 30 | 0,06 |
| 1047 | bolachas | PT | V | 0,48 | 29,84 | 40 | 0,06 |

| Código | Tipo | Origem | Gordura | % TFA (gordura) | Gord.total (g/100g) | Dose (g) | TFA g/dose |
|--------|--------------------|--------|---------|--------------------|------------------------|-------------|---------------|
| 1048 | Bolachas | UE | PH | 0,70 | 37,55 | 32 | 0,08 |
| 1049 | Bolachas | UE | H; V | 1,13 | 26,68 | 45 | 0,13 |
| 1050 | Bolachas | PT | V | 0,49 | 17,65 | 40 | 0,03 |
| 1051 | Pipocas | UE | V | 0,50 | 16,43 | 30 | 0,02 |
| 1052 | Cubos de caldo | UE | H | 2,79 | 30,27 | 11 | 0,09 |
| 1053 | Cubos de caldo | UE | H;V | 0,73 | 26,38 | 10 | 0,02 |
| 1054 | mousse chocolate | PT | H | 0,13 | 26,85 | 25 | 0,02 |
| 1055 | mousse chocolate | PT | H | 0,24 | 14,30 | 25 | 0,01 |
| 1056 | mousse chocolate | PT | H | 0,32 | 5,91 | 25 | 0,01 |
| 1057 | mousse chocolate | UE | H | 1,91 | 13,10 | 25 | 0,18 |
| 1058 | Chantilly | UE | H | 3,05 | 25,50 | 30 | 0,23 |
| 1059 | snacks chocolate | UE | PH | 0,55 | 49,97 | 40 | 0,11 |
| 1060 | Pastelaria | UE | B;H | 2,48 | 21,60 | 40 | 0,21 |
| 1061 | Pastelaria | UE | V;H | 0,94 | 28,32 | 50 | 0,12 |
| 1062 | Pastelaria | UE | V;O;B | 0,65 | 26,77 | 57 | 0,10 |
| 1063 | Pastelaria | UE | V;O | 0,68 | 32,47 | 45 | 0,10 |
| 1064 | Pão | PT | V | 0,91 | 1,83 | 45 | 0,01 |
| 1065 | Pão | PT | PH | 1,02 | 2,47 | 50 | 0,01 |
| 1066 | Pastelaria | UE | O/V | 0,55 | 24,70 | 60 | 0,08 |
| 1067 | Pastelaria | UE | V/O | 0,80 | 24,36 | 45 | 0,09 |
| 1068 | Bolachas | UE | V | 0,33 | 31,64 | 40 | 0,04 |
| 1069 | Bolachas | PT | V | 0,89 | 16,15 | 45 | 0,07 |
| 1070 | Pastelaria | PT | V | 5,75 | 19,56 | 45 | 0,51 |
| 1071 | Bolachas | UE | H;V | 1,16 | 30,77 | 38 | 0,13 |
| 1072 | Bolachas | UE | V;H;O | 0,65 | 38,82 | 35 | 0,07 |
| 1073 | Bolachas | PT | H; O/V | 0,41 | 25,75 | 45 | 0,04 |
| 1074 | Bolachas | UE | V | 0,77 | 27,32 | 44 | 0,09 |
| 1075 | Bolachas | UE | H; B | 0,59 | 39,33 | 30 | 0,07 |
| 1076 | Cereais | UE | O;H | 0,41 | 15,85 | 30 | 0,02 |
| 1077 | chocolate p/barrar | EUA | H | 0,25 | 52,27 | 20 | 0,03 |
| 1078 | Bolachas | UE | V | 0,25 | 22,54 | 52 | 0,01 |
| 1079 | Bolachas | PT | V;H | 0,86 | 30,77 | 38 | 0,10 |
| 1081 | Bolachas | UE | B;V | 0,57 | 33,35 | 18 | 0,03 |
| 1082 | Bolachas | UE | V;H | 9,18 | 35,95 | 30 | 0,99 |
| 1083 | Bolachas | UE | V | 0,21 | 14,01 | 35 | 0,01 |
| 1084 | Pastelaria | UE | V/O | 0,41 | 31,38 | 38 | 0,05 |
| 1085 | Bolachas | PT | PH | 7,84 | 38,35 | 40 | 1,20 |
| 1086 | snacks chocolate | Brazil | V | 0,53 | 35,62 | 40 | 0,07 |
| 1087 | Bolachas | PT | A;V;O | 0,26 | 19,24 | 40 | 0,02 |
| 1088 | Bolachas | PT | M | 0,63 | 3,80 | 40 | 0,01 |
| 1089 | Pastelaria | UE | O | 0,75 | 20,91 | 45 | 0,07 |
| 1090 | Bolachas | UE | H | 0,32 | 29,58 | 25 | 0,02 |
| 1091 | Pastelaria | UE | H | 0,07 | 9,85 | 15 | 0,00 |
| 1092 | Bolachas | UE | V | 0,71 | 25,46 | 66 | 0,12 |
| 1093 | Bolachas | UE | V | 0,72 | 16,88 | 15 | 0,02 |
| 1094 | Pipocas | UE | V | 0,79 | 15,91 | 25 | 0,03 |
| 1095 | Pastelaria | PT | H | 0,62 | 38,21 | 40 | 0,09 |

| Código | Tipo | Origem | Gordura | % TFA (gordura) | Gord. total (g/100g) | Dose (g) | TFA g/dose |
|--------|-----------------------|--------|--------------------|--------------------|-------------------------|-------------|---------------|
| 1096 | pastelaria | UE | V | 0,81 | 35,56 | 40 | 0,12 |
| 1097 | pastelaria | UE | V;O | 1,23 | 24,61 | 45 | 0,14 |
| 1098 | pastelaria | PT | V/O;H; PH | 0,66 | 40,35 | 160 | 0,42 |
| 1099 | pastelaria | UE | V;H | 0,80 | 27,54 | 45 | 0,10 |
| 1100 | Batatas fritas pacote | PT | V | 0,77 | 37,23 | 25 | 0,07 |
| 1101 | pastelaria | PT | D | 0,49 | 20,32 | 120 | 0,12 |
| 1102 | pastelaria | PT | D | 0,63 | 21,25 | 120 | 0,16 |
| 1103 | pastelaria | PT | PH | 0,47 | 38,70 | 50 | 0,10 |
| 1104 | pastelaria | UE | V/O | 0,28 | 35,96 | 80 | 0,08 |
| 1105 | pastelaria | UE | D | 0,79 | 25,27 | 50 | 0,10 |
| 1106 | pastelaria | PT | D | 2,41 | 22,12 | 65 | 0,35 |
| 1107 | pastelaria | PT | D | 0,83 | 33,64 | 80 | 0,22 |
| 1108 | pastelaria | PT | D | 0,60 | 30,88 | 75 | 0,13 |
| 1109 | pastelaria | PT | D | 0,50 | 23,99 | 100 | 0,12 |
| 1110 | pastelaria | PT | D | 0,85 | 26,21 | 145 | 0,32 |
| 1111 | pastelaria | PT | D | 0,68 | 27,60 | 90 | 0,17 |
| 1112 | pastelaria | PT | D | 0,56 | 33,48 | 90 | 0,17 |
| 1113 | pastelaria | PT | D | 0,84 | 24,81 | 65 | 0,13 |
| 1114 | pastelaria | PT | D | 0,89 | 37,71 | 115 | 0,38 |
| 1115 | pastelaria | PT | D | 0,65 | 31,04 | 75 | 0,15 |
| 1116 | pastelaria | PT | D | 3,13 | 26,37 | 100 | 0,82 |
| 1117 | pastelaria | PT | D | 6,03 | 32,86 | 105 | 2,08 |
| 1118 | pastelaria | PT | D | 0,48 | 16,16 | 75 | 0,06 |
| 1119 | pastelaria | PT | D | 1,93 | 26,60 | 110 | 0,56 |
| 1120 | pastelaria | PT | D | 0,49 | 10,23 | 90 | 0,05 |
| 1121 | pastelaria | PT | D | 2,66 | 36,78 | 120 | 1,17 |
| 1122 | bolachas | PT | H ₂ O/V | 0,48 | 37,69 | 15 | 0,03 |
| 1123 | pastelaria | PT | PH | 0,35 | 32,52 | 90 | 0,10 |
| 1124 | pastelaria | PT | V/O; PH | 0,67 | 21,98 | 50 | 0,07 |
| 1125 | pastelaria | PT | D | 0,82 | 23,91 | 60 | 0,12 |
| 1126 | pastelaria | PT | D | 0,47 | 16,16 | 140 | 0,11 |
| 1127 | pastelaria | PT | D | 2,99 | 20,60 | 65 | 0,40 |
| 1128 | pastelaria | PT | D | 1,81 | 12,33 | 60 | 0,13 |
| 1129 | pastelaria | PT | D | 1,00 | 30,72 | 55 | 0,17 |
| 1130 | pastelaria | PT | D | 1,39 | 5,48 | 90 | 0,07 |
| 1131 | pastelaria | PT | D | 0,46 | 33,31 | 120 | 0,18 |
| 1132 | pastelaria | PT | D | 5,71 | 11,38 | 80 | 0,53 |
| 1134 | bolachas | UE | V | 0,50 | 29,19 | 100 | 0,14 |
| 1135 | snacks chocolate | UE | V | 0,26 | 26,13 | 58 | 0,04 |
| 1136 | pastelaria | PT | D | 6,47 | 28,35 | 120 | 2,20 |
| 1137 | pastelaria | PT | D | 7,11 | 32,27 | 180 | 4,13 |
| 1138 | pastelaria | PT | D | 6,90 | 27,71 | 150 | 2,87 |
| 1139 | pastelaria | PT | D | 4,21 | 43,23 | 75 | 1,37 |
| 1140 | pastelaria | PT | D | 0,57 | 27,52 | 90 | 0,14 |
| 1141 | pastelaria | PT | D | 0,66 | 34,61 | 100 | 0,22 |

| Código | Tipo | Origem | Gordura | % TFA (gordura) | Gord. total (g/100g) | Dose (g) | TFA g/dose |
|--------|-----------------------|--------|---------|--------------------|-------------------------|-------------|---------------|
| 1142 | pastelaria | PT | D | 0,49 | 34,41 | 95 | 0,16 |
| 1143 | pastelaria | PT | D | 0,49 | 21,78 | 50 | 0,05 |
| 1144 | pastelaria | UE | M | 0,62 | 25,52 | 115 | 0,18 |
| 1145 | pastelaria | PT | D | 5,70 | 14,10 | 70 | 0,56 |
| 1146 | pastelaria | PT | D | 5,81 | 28,27 | 130 | 2,14 |
| 1147 | pastelaria | PT | D | 0,59 | 28,82 | 90 | 0,15 |
| 1148 | pastelaria | PT | D | 1,97 | 23,60 | 150 | 0,70 |
| 1149 | pastelaria | PT | D | 0,44 | 27,79 | 95 | 0,11 |
| 1150 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,60 | 33,04 | 25 | 0,05 |
| 1151 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,54 | 32,06 | 25 | 0,04 |
| 1152 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,17 | 38,13 | 30 | 0,02 |
| 1153 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,60 | 35,03 | 25 | 0,05 |
| 1154 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,58 | 36,89 | 25 | 0,05 |
| 1155 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,71 | 33,75 | 25 | 0,06 |
| 1156 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,62 | 29,92 | 25 | 0,05 |
| 1157 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,57 | 42,02 | 25 | 0,06 |
| 1158 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,65 | 34,05 | 25 | 0,06 |
| 1159 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,65 | 36,89 | 40 | 0,10 |
| 1160 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,43 | 35,31 | 25 | 0,04 |
| 1161 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,46 | 33,54 | 30 | 0,05 |
| 1162 | Batatas fritas | PT | D | 0,37 | 16,12 | 0 | 0,05 |
| 1163 | Batatas fritas | PT | D | 0,53 | 16,01 | 90 | 0,08 |
| 1164 | Batatas fritas | PT | D | 0,36 | 13,55 | 70 | 0,03 |
| 1165 | Batatas fritas | PT | D | 0,60 | 14,88 | 100 | 0,09 |
| 1166 | Batatas fritas | PT | D | 0,67 | 10,50 | 165 | 0,12 |
| 1167 | Batatas fritas | PT | D | 0,38 | 14,75 | 70 | 0,04 |
| 1168 | Batatas fritas | PT | D | 0,54 | 18,88 | 100 | 0,10 |
| 1169 | Batatas fritas | UE | D | 0,48 | 18,67 | 30 | 0,03 |
| 1170 | Batatas fritas | UE | D | 0,38 | 15,10 | 25 | 0,01 |
| 1171 | pastelaria | PT | D | 2,63 | 20,88 | 100 | 0,55 |
| 1172 | pastelaria | PT | D | 3,49 | 23,12 | 115 | 0,93 |
| 1173 | pastelaria | PT | D | 0,72 | 18,51 | 85 | 0,11 |
| 1174 | pastelaria | PT | D | 1,02 | 15,09 | 195 | 0,30 |
| 1175 | pastelaria | PT | D | 0,66 | 25,43 | 60 | 0,10 |
| 1176 | pastelaria | PT | D | 0,97 | 17,58 | 110 | 0,19 |
| 1177 | pastelaria | PT | D | 1,02 | 18,50 | 85 | 0,16 |
| 1178 | pastelaria | PT | D | 1,73 | 27,00 | 85 | 0,40 |
| 1179 | pastelaria | PT | D | 1,79 | 27,03 | 65 | 0,31 |
| 1180 | pastelaria | PT | D | 0,68 | 25,69 | 110 | 0,19 |
| 1181 | pastelaria | PT | D | 0,70 | 25,85 | 145 | 0,26 |
| 1182 | pastelaria | PT | D | 0,46 | 33,29 | 65 | 0,10 |
| 1183 | pastelaria | PT | D | 8,47 | 24,92 | 70 | 1,48 |
| 1184 | pastelaria | PT | D | 7,90 | 20,78 | 85 | 1,40 |
| 1185 | pastelaria | UE | V;PH | 4,47 | 31,92 | 50 | 0,71 |
| 1187 | pastelaria | PT | D | 0,46 | 34,55 | 115 | 0,18 |

| Código | Tipo | Origem | Gordura | % TFA (gordura) | Gord. total (g/100g) | Dose (g) | TFA g/dose |
|--------|-----------------------|--------|---------|-----------------|----------------------|----------|------------|
| 1188 | pastelaria | PT | D | 7,87 | 26,77 | 115 | 2,42 |
| 1189 | pastelaria | PT | D | 7,72 | 32,54 | 50 | 1,26 |
| 1190 | pastelaria | PT | D | 2,65 | 25,02 | 75 | 0,50 |
| 1191 | margarina | PT | O/V | 0,65 | 71,82 | 10 | 0,05 |
| 1192 | pastelaria | PT | V;PH;O | 2,09 | 41,88 | 200 | 1,75 |
| 1193 | chocolate p/barrar | UE | O/V | 0,38 | 38,05 | 20 | 0,03 |
| 1194 | chocolate p/barrar | UE | O/V | 0,59 | 39,48 | 20 | 0,05 |
| 1195 | chocolate p/barrar | UE | O/V | 0,14 | 46,10 | 20 | 0,01 |
| 1196 | Margarina | PT | O/V | 0,41 | 58,92 | 10 | 0,02 |
| 1197 | Margarina | UE | O/V | 0,33 | 53,38 | 10 | 0,02 |
| 1198 | Margarina | PT | O/V | 0,47 | 54,11 | 10 | 0,03 |
| 1199 | Margarina | UE | O;H | 0,45 | 65,30 | 10 | 0,03 |
| 1200 | Margarina | UE | O/V | 0,26 | 63,66 | 10 | 0,02 |
| 1201 | Margarina | PT | O/V | 1,20 | 56,79 | 10 | 0,07 |
| 1202 | Batatas fritas pacote | PT | V | 1,26 | 30,26 | 25 | 0,10 |
| 1203 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,81 | 25,92 | 25 | 0,05 |
| 1204 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,95 | 33,67 | 30 | 0,10 |
| 1205 | Batatas fritas pacote | UE | V | 0,68 | 40,10 | 25 | 0,07 |
| 1206 | Batatas fritas pacote | PT | V | 0,85 | 42,43 | 25 | 0,09 |
| 1207 | Margarina | UE | O/V | 0,77 | 65,15 | 10 | 0,05 |
| 1208 | Pastelaria | PT | D | 0,70 | 40,74 | 100 | 0,28 |
| 1209 | Pastelaria | PT | D | 7,41 | 29,24 | 140 | 3,03 |
| 1210 | Pastelaria | PT | D | 0,83 | 32,79 | 115 | 0,31 |
| 1211 | Pastelaria | PT | D | 2,43 | 27,48 | 120 | 0,80 |
| 1212 | Pastelaria | PT | D | 0,88 | 34,09 | 135 | 0,39 |
| 1231 | Batatas fritas | PT | D | 0,42 | 13,85 | 90 | 0,05 |
| 1232 | Pastelaria | PT | D | 0,86 | 25,43 | 55 | 0,12 |
| 1233 | Pastelaria | PT | D | 0,68 | 20,51 | 165 | 0,23 |
| 1234 | Bolachas | PT | V;H | 0,91 | 23,75 | 44 | 0,02 |
| 1235 | Pastelaria | PT | D | 6,46 | 24,95 | 180 | 2,90 |
| 1236 | Pastelaria | PT | D | 6,40 | 30,90 | 90 | 1,78 |
| 1237 | Pastelaria | PT | D | 0,90 | 21,76 | 130 | 0,25 |
| 1238 | Pastelaria | PT | D | 0,72 | 23,50 | 150 | 0,25 |
| 1239 | Cereais | UE | PH | 0,53 | 2,16 | 30 | 0,00 |
| 1240 | Cereais | UE | PH | 0,97 | 2,10 | 30 | 0,01 |
| 1241 | Pão | PT | V | 0,70 | 2,40 | 45 | 0,01 |
| 1242 | Cubos de caldo | UE | V | 0,73 | 17,03 | 4 | 0,01 |
| 1243 | Cubos de caldo | UE | V | 0,63 | 19,47 | 4 | 0,01 |
| 1244 | Cubos de caldo | UE | V;H | 0,60 | 22,09 | 10 | 0,01 |
| 1245 | Sopa | UE | V | 0,45 | 8,39 | 20 | 0,03 |
| 1246 | Sopa | UE | V | 0,53 | 5,68 | 15 | 0,00 |
| 1247 | Sopa | UE | V | 0,77 | 12,59 | 15 | 0,01 |
| 1248 | Sopa | UE | V | 0,47 | 38,90 | 30 | 0,05 |
| 1249 | Sopa | UE | H | 0,34 | 6,71 | 20 | 0,00 |
| 1250 | pipocas | UE | H | 1,54 | 8,05 | 30 | 0,04 |

| Código | Tipo | Origem | Gordura | % TFA (gordura) | Gord. total (g/100g) | Dose (g) | TFA g/dose |
|--------|----------------|--------|---------|-----------------|----------------------|----------|------------|
| 1251 | Pão | UE | V | 0,40 | 10,66 | 50 | 0,02 |
| 1252 | margarina | UE | O/V; H | 1,93 | 71,15 | 10 | 0,14 |
| 1253 | Margarina | UE | O/V | 0,64 | 62,38 | 10 | 0,04 |
| 1254 | Margarina | UE | O/V; H | 1,43 | 60,01 | 10 | 0,09 |
| 1255 | Manteiga | UE | B | 2,67 | 75,15 | 10 | 0,20 |
| 1256 | Manteiga | UE | B | 3,37 | 39,23 | 10 | 0,13 |
| 1257 | Manteiga | UE | B | 3,58 | 38,75 | 20 | 0,28 |
| 1258 | Manteiga | UE | B | 2,07 | 55,16 | 10 | 0,11 |
| 1259 | Batatas fritas | PT | D | 0,71 | 11,60 | 120 | 0,10 |
| 1260 | Fast Food | PT | D | 2,41 | 9,71 | 240 | 0,28 |
| 1261 | Fast Food | PT | D | 0,61 | 13,54 | 250 | 0,10 |
| 1262 | Fast Food | PT | D | 2,42 | 13,52 | 410 | 0,98 |
| 1263 | Fast Food | PT | D | 3,07 | 12,88 | 260 | 0,67 |
| 1264 | Fast Food | PT | D | 0,46 | 15,46 | 160 | 0,12 |
| 1265 | Fast Food | PT | D | 0,46 | 16,69 | 170 | 0,14 |
| 1266 | Fast Food | PT | D | 0,66 | 12,91 | 370 | 0,20 |
| 1267 | Fast Food | PT | D | 1,69 | 13,13 | 350 | 0,72 |
| 1268 | Fast Food | PT | D | 1,39 | 13,96 | 500 | 1,06 |

a4

